



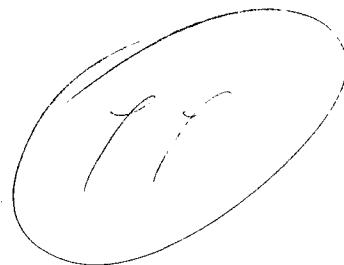
ATAS DO XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA

"Ensino de Física: em busca da sua identidade"

Organização: Maria de Fátima Rodrigues Makiuchi

**Universidade de Brasília
25 a 29 de janeiro de 1999
Brasília - Distrito Federal**

**ATAS DO XIII SIMPÓSIO
NACIONAL DE ENSINO
DE FÍSICA**





ATAS DO XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA

"Ensino de Física: em busca da sua identidade"

Organização: Maria de Fátima Rodrigues Makiuchi

**Universidade de Brasília
25 a 29 de janeiro de 1999
Brasília - Distrito Federal**

XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA

Comissão de Ensino da Sociedade Brasileira de Física

Prof. Eduardo Adolfo Terrazan - Secretário de Ensino

Prof.a Umbelina Giacometti Piubelli - UFMS

Prof.a Isabel Martins - UFMG

Prof. Demétrio Delizoicov - UFSC

Prof. Moysés Nussenzveig - UFRJ

Comissão Organizadora Local do XIII SNEF

Prof.a Maria de Fátima Rodrigues Makiuchi - Coordenação Local

Prof.a Eliana dos Reis Nunes - IF/UnB

Prof. Fernando Albuquerque de Oliveira - IF/CIFMC/UnB

Prof. Orzenil Bonfim da Silva Júnior - FEDF

Prof. José Eduardo Martins- IF/UnB

Agradecimentos

Orgãos Financiadores

FAPDF- Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

FAPESP - Fundação de Apoio à Pesquisa do estado de São Paulo

FAPERJ - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

Apoios

Sociedade Brasileira de Física

Universidade de Brasília

Instituto de Física da Universidade de Brasília

MAROTEC

Livraria de Física da USP

XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO FÍSICA
Em busca da sua identidade

CRONOGRAMA GERAL DE EVENTOS

Horário	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira
08:00	Inscrições	Cursos A	Mesas Redondas B	Cursos A	Cursos A
10:00	Cerimonial de Abertura	Sessão de Painéis	Sessão de Painéis	Mesas Redondas C	Conferências
10:30	Conferência de Abertura				
12:00	ALMOÇO				
14:00	Cursos A	Mesas Redondas A	Palestras	Conferência	Cursos B
16:00	Cursos B	Cursos B	Cursos B	Plenária	Encerramento
18:00	JANTAR				
19:30	Noite Livre	Palestras	Encontros Temáticos	Noite Livre	

ÍNDICE

<i>Prefácio</i>	01
<i>Sessão de Abertura</i>	03
<i>Conferências</i>	05
<i>Palestras</i>	24
<i>Mesa Redonda</i>	49
<i>Cursos</i>	87
<i>Painéis</i>	97
❖ <i>Painel 1</i>	99
❖ <i>Painel 2</i>	121
❖ <i>Painel 3</i>	138
❖ <i>Painel 4</i>	156
❖ <i>Painel 5</i>	173
❖ <i>Painel 6</i>	192
❖ <i>Painel 7</i>	209
❖ <i>Painel 8</i>	225
❖ <i>Painel 9</i>	239
❖ <i>Painel 10</i>	259
❖ <i>Painel 11</i>	275
❖ <i>Painel 12</i>	292
❖ <i>Painel 13</i>	313
❖ <i>Painel 14</i>	331
❖ <i>Painel 15</i>	346
❖ <i>Painel 16</i>	353
<i>Encontros</i>	379
<i>Plenária</i>	381

PREFÁCIO

É com grande satisfação que apresentamos as Atas do XIII Simpósio Nacional de Ensino de Física , realizado na Universidade de Brasília, no período de 25 a 29 de janeiro de 1999.

Primeiramente, gostaríamos de agradecer a todos que participaram do XIII SNEF. Sem o apoio e a persistência de vocês, este evento não teria ocorrido.

Não custa lembrar que o final do ano de 1998 foi muito tumultuado quanto às questões referentes às verbas para financiar o evento. As tradicionais agências de financiamento passavam por sérios cortes orçamentários, a banda cambial disparava, havia o medo do retorno da inflação, e no caso do Distrito Federal passávamos por uma época de transição de governo devido às últimas eleições.

Todos esses fatores, somados ao fato da comissão local ser composta por apenas 5 membros, e da Universidade de Brasília estar em período letivo regular quando da realização do evento, dificultou, e muito, a organização da infra-estrutura do XIII SNEF. Nós tivemos a certeza da realização do XIII SNEF no dia 21 de janeiro, ou seja, 5 dias antes do início do evento, quando foi confirmado o apoio da *Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal - FAP-DF*.

Apesar dos problemas, acreditamos que o XIII SNEF transcorreu satisfatoriamente. Nos surpreendemos com o número significativo de trabalhos apresentados, como poderá ser atestado por estas Atas, pela freqüência em algumas mesas e palestras, pela participação praticamente maciça nos minicursos ofertados e pelo clima de confraternização e diálogo que pudemos perceber nos corredores da universidade.

Esse resultado, se não justifica, ao menos nos alenta quanto aos percalços pelos quais todos passamos para organizar e participar deste SNEF. E isso está relacionado com o tema deste Simpósio: "Ensino de Física: em busca de sua identidade". Este movimento constante de trabalhar, lecionar, trocar idéias, expor idéias em público, promover mudanças, partilhar... Ações que fazem parte da busca de uma identidade, identidade esta que estas Atas mostrarão ser diversificada.

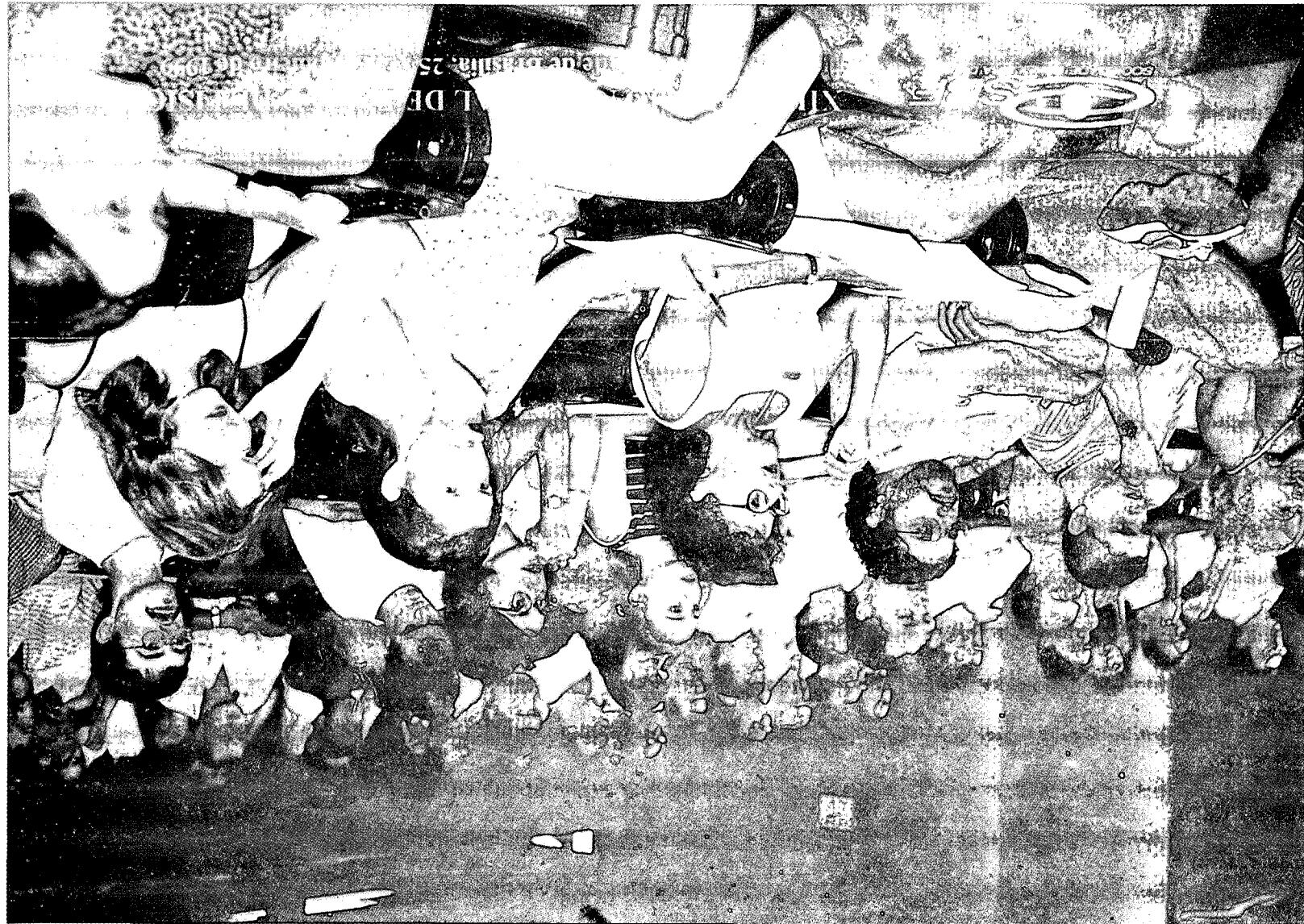
Queremos agradecer aos colegas do Instituto de Física que colaboraram conosco nesta empreitada, à secretária Antônia Vieira dos Santos pelo envio de certificados e digitação destas Atas e à Universidade de Brasília por ter sediado este Simpósio.

Queremos finalizar ainda agradecendo, em nome das comissões organizadoras local e nacional, aos órgãos financiadores bem como a todos que contribuíram e participaram do XIII SNEF.

Brasília, 10 de julho de 1999.

Maria de Fátima Rodrigues Makiuchi

Coordenadora do XIII SNEF



SESSÃO DE ABERTURA DO XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA

A sessão de abertura do XIII Simpósio Nacional de Ensino de Física teve início às 10:00 h do dia 25 de janeiro de 1999 no Cine Brasília. Segundo o Cerimonial da Universidade de Brasília participaram da mesa as seguintes personalidades:

- Magnífico Reitor da Universidade de Brasília
Prof. Dr. Lauro Morhy
- Diretor do Instituto de Física da Universidade de Brasília
Prof. Dr. Luciano de A. Fonseca
- Conselheiro da Sociedade Brasileira de Física representando a presidência
Prof. Dr. Gil da Costa Marques
- Secretário de Ensino da Sociedade Brasileira de Física
Prof. Dr. Eduardo Adolfo Terrazzan
- Coordenadora do XIII Simpósio Naejonal de Ensino de Física
Prof.a Maria de Fátima Rodrigues Makiuchi

Dando início à sessão, o Magnífico Reitor da Universidade de Brasília, Prof. Dr. Lauro Morhy, declarou aberto o XIII Simpósio Nacional de Ensino de Física passando a palavra a Prof.a Maria de Fátima Makiuchi que agradeceu a presença de todos, comentou as dificuldades na organização, principalmente as financeiras, agradeceu os apoios recebidos e aos órgãos financiadores, desejando que todos aproveitassem ao máximo o simpósio.

Em seguida o diretor do Instituto de Física, Prof. Dr. Luciano Fonseca comentou sobre a importância da realização Simpósio Nacional de Ensino de Física para o desenvolvimento do Ensino de Física no país.

Prosseguindo os trabalhos, o Secretário de Ensino da Sociedade Brasileira de Física, Prof. Eduardo Terrazzan deu boas vindas a todos, parabenizou a equipe local pela organização do simpósio e a todos os participantes por terem vindo ao XIII SNEF. O Prof. Eduardo Terrazzan comentou sobre a necessidade de articular os esforços dispendidos com a melhoria do ensino de física com a melhoria da qualidade da educação de forma mais ampla.

Na sequência, o Prof. Gil da Costa Marques discutiu a importância da incorporação de novas tecnologias no ensino de física, em especial comentou sobre um projeto subvencionado pela National Science Foundation que disponibiliza um conjunto de materiais didáticos na internet.

Finalizando a sessão, o Reitor da Universidade de Brasília, Prof. Dr. Lauro Morhy, lembrou algumas iniciativas que a Universidade de Brasília tem tomado no sentido de contribuir com a melhoria do ensino no país, entre elas, uma nova modalidade de ingresso na Universidade - o Programa de Avaliação Seriada - PAS, a Universidade Virtual e o Laboratório do Futuro e colocou a Universidade de Brasília à disposição de todos desejando boas vindas aos participantes.

A seguir, a Prof.a Susana de Souza Barros do Instituto de Física foi convidada a proferir a Conferência de Abertura, cujo resumo transcreve-se a seguir.



XIII SIMPÓSIO NAC.

Universidade de Brasília, 25 a 29 de janeiro de 1999

II DE ENSINO DE FÍSICA

CONFERÊNCIAS

1. Conferência de Abertura

Ensino de Física: em busca da sua identidade

Susana L. de Souza Barros - IF/UFRJ

2. Conferência 1

Bridging the gap between teaching and learning: the role of research
Lillian McDermott - Dept. of Physics - University of Washington

3. Conferência 2

Aprendizagem reconstrutiva moderna e pós-moderna
Pedro Demo - Dept. de Serviço Social - UnB

4. Conferência 3

Accessing the world of science from your p.c.: the British Open University's experience
Denise Whitelock - Open University

CONFERÊNCIA DE ABERTURA

ENSINO DE FÍSICA: À PROCURA DE SUA IDENTIDADE¹

Susana Lehrer de Souza Barros

Instituto de Física, UFRJ

e-mail: susana@if.ufrj.br

"Ensinar bem uma física inadequada ou mal uma física adequada?"

P. Black, Prefacio Thinking Physics for teaching, 1996

Buscar o novo é perigoso ??

Milton Santos

Introdução

Meus sinceros agradecimentos aos organizadores deste evento, que me honraram com a escolha para a apresentação da Conferência Tema do Evento.

A discussão do tema central deste Simpósio, *O ensino de física a procura da sua identidade*, não é tarefa fácil. Aceitei o desafio e até tive que 'digerir' o título desta Conferência, porque o dilema da identidade tem sido a grande dificuldade desta área de conhecimento, que, concentrando saberes interdisciplinares, caracteriza um novo campo que nem sempre é reconhecido como tal, desde que os conteúdos da física são tratados à luz dos conhecimentos oriundos da história, psicodidática, lingüística, ciências cognitivas, sociologia, estatística, avaliação, informática aplicada, comunicação, dentre outras. Mesmo assim, essa identidade está ganhando terreno, como pode ser observado pelo número de revistas internacionais nacionais e internacionais dedicadas a este campo assim como a criação de novas, como por exemplo o Physics Education Research, a ser editado em 1999, como Suplemento Anual pela American Association of Physics Teachers, devido à necessidade de atender às demandas do campo.

Não duvido que meu enfoque e a minha análise divergirão daqueles dos meus colegas. O que adiciona um desafio interessante para a discussão que será travada ao longo desta semana, quando estaremos perseguindo idéias práticas, inteligentes, operacionais, que nos levem, *a um estado excitado*, que possa sim, ser transformado em ação.

O curioso é observar que pese ter sido a Educação em Física, tanto no Brasil como no mundo, uma área pioneira nas tentativas de compreender, modificar e contribuir para o melhor conhecimento do fenômeno pedagógico, ainda seja necessária sair à procura de *uma* identidade. Acho que identidade e personalidade já possui, e cada vez melhor caracterizada. Só que é necessário que os outros grupos, especialmente das áreas das ciências duras, não apenas a reconheçam como também demonstrem respeito pelo trabalho desenvolvido, não se tornando juízes sem conhecer melhor aquilo que estão julgando.

Os nossos Simpósios têm sido marcos, com lastro positivo, de conhecimento e idéias que, esperamos, em algum momento, sejam utilizados com eficiência para a melhoria efetiva do ensino da física, contribuindo para a educação do cidadão pensante que gostaríamos de formar.

A dicotomia entre a baixa eficiência do ensino de física formal, tanto no ensino médio como no superior, e os avanços nada desprezíveis dos conhecimentos no campo da Educação em Física, espelham, em menor ou maior grau, aquela que existe em outros países que também desenvolveram pesquisas e estudos neste campo do saber.

Tenho sido testemunha ao longo deste quarto de século, que vivenciou os doze Simpósios Nacionais de Ensino de Física anteriores, do empenho com que foram acompanhadas rapidamente as fases e os enfoques que a pedagogia, a psicologia, a sociologia, a epistemologia imprimiram ao ensino da física, nas suas características mais interdisciplinares. Entramos e saímos das mais variadas correntes desenvolvidas na educação em ciências. Houve 'faro' e jogo de cintura para acompanhar inovações e coragem na tentativa de provocar mudanças. Estão ai os grupos pioneiros da Pesquisa em Ensino de Física - iniciados nos idos 70's nos Instituto de Física da USP e UFRGS, que fizeram a história do ensino de física, cada vez mais voltados para os aspectos da aplicação da pesquisa na escola.

Este último Simpósio do milênio deveria desvendar idéias que levem à reflexão dos problemas *conjunturais e estruturais* a resolver; propor a intervenção naqueles que sabemos equacionar e ajudar a desvendar como utilizar o cabedal de conhecimentos que possuímos (conteúdo, contexto, metodologia, novas tecnologias, materiais didáticos,etc) para podermos desenvolver as novas formas do saber e da educação das ciências físicas.

Como repensar o currículo de física ?

Se a afirmativa abaixo é verdadeira: *A ciência é uma forma de pensar* (C.Sagan, O cérebro de Broca, 1976), então porque insistir que um currículo deva conter *tudo*? Devemos procurar o equilíbrio entre abrangência versus profundidade, nos contextos adequados. A comunicação científica e o ensino informal,

não têm currículo específico, mas suas características e apresentação dependem fortemente do que a ‘escola’ faz ou, especialmente, deixa de fazer³. E devemos lembrar que essa discussão, na qual não entrarei, está fortemente relacionada com a alfabetização científica.

Hoje em dia os currículos dos programas de ensino de ciências vêm sendo questionados por várias razões, dentre as quais apontamos algumas:

- Queda de interesse pela ciência (em países em que a escolha é voluntária, somente 20% dos alunos escolhe estudar física na escola secundária).
- Os currículos não estão preparando as futuras gerações para participar de uma sociedade de tecnologias avançadas.
- O desempenho dos estudantes nas ciências está aquém do esperado.

Assim, consideramos que as seguintes perguntas devem ser respondidas:

Quais os sucessos e as falhas da educação científica?

Qual o tipo de EC² necessário?

Qual deverá ser a forma e estrutura de um novo modelo para o currículo de ciências e para o ensino da física?

Quais os problemas e implicações da implementação de novo(s) currículo(s)?

Para pensarmos nesses e outros pontos vejamos o que aparece nos periódicos e o que aparece na sala de aula:

Deu na seção Ciência do JB:

- Galáxia com 99% de matéria escura é comum.
- Palmilhas magnéticas diminuem dor crônica.
- Álcool: dose diária diminui risco de derrame.
- Nova droga para o câncer: proteína leva célula infectada ao suicídio (caspase).
- Plutônio em lençóis de água nos EUA.
- Plásticos inteligentes: auto-estruturação.

E o que é dado na aula de física ?

- MUV (movimento uniformemente variado)
- MUR (movimento uniforme e retílineo), e não necessariamente nessa ordem !!!

Como compatibilizar ?

A disparidade entre a motivação e o interesse dos jovens e o EC hoje oferecido na escola, requer revisão fundamental de propósitos e objetivos do CC necessário para desenvolver as capacidades mais abrangentes: formação para o trabalho e a cidadania. Essas são as premissas que as atuais Diretrizes Curriculares do SEMTEC/MEC (setembro 1998) trazem, cuja filosofia educacional utiliza muitos dos estudos sobre ensino das Ciências. Certamente modificações introduzidas nessa base poderão, a meio prazo, contribuir para uma educação científica mais harmônica, moderna e adequada às realidades. A interdisciplinaridade, o desenvolvimento de projetos abertos, o ensino de física fundamental e aplicado, são as características desejáveis do tratamento curricular hoje solicitado dos professores, que devem repensar num conhecimento dividido em três grandes áreas, que se interrelacionam:

- Linguagem e códigos.
- Ciências naturais e matemáticas e suas tecnologias.
- Ciências humanas.

O que é que esse currículo tem realmente de novo:

- A terminalidade do ensino médio (LDB,1997) que solicita ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA como produto final aos 16 anos com objetivos claramente definidos: trabalho e cidadania.
- Currículo comum nacional abrange 75% ficando o 25% restante sob a responsabilidade do projeto pedagógico (escola, região, etc)..

Para implementar este projeto teremos que lutar contra as dificuldades inerentes às mudanças educacionais e manter viva a memória da lei 5692/71, que tendo estabelecido o ensino profissionalizante, desgastou o ensino propedêutico, sem no entanto atingir os objetivos propostos. Apontamos algumas das causas desse ‘desastre’ - infra-estrutura inadequada, rapidez de implementação e falta de recursos para fazê-lo, professores não preparados e sem condições de atualização, falta de materiais didáticos mesmo nas boas escolas, dentre muitas outras. Ou seja, temos causa para a desconfiança de que esse quadro volte a se repetir. A diferença é que hoje temos muito pouco a destruir...o que pode até ser a tábua de salvação, já que em existindo um projeto utópico, pode ser que tenhamos condições de dar partida às inovações possíveis. Certamente estamos hoje vivenciando um grande interesse por parte dos professores e também das escolas. Assim, precisamos que as autoridades competentes *sintam esse clima* e decidam levar a sério as reformas necessárias, que dependem tão fortemente da vontade dos executores da política educacional.

Acho que neste momento os grupos da academia, universidades e educadores de ciências estão colaborando, na medida das suas limitações. Este Simpósio e os outros encontros de Pesquisa em Ensino de Física e Pesquisa em Ensino de Ciências são testemunhos do curto alcance dos esforços realizados por grupos pioneiros, na educação continuada, através de ações esporádicas de programas nacionais, tais como os

da Capes (SPEC) e das Fundações de Amparo à Pesquisa Estaduais (Pro-Ciências), da VITAE (RENAF) e outras instituições de financiamento, nas duas últimas duas décadas.

Problemas: causas e consequências

Porque a comunidade de educadores não resolverá sozinha o problema da identidade.

Há um esgotamento da escola convencional hoje? Será que não sabemos como substituí-la ou o que colocar no local dela? Hoje, diploma não assegura emprego, há uma demanda de novos conhecimentos, mas, uma boa educação básica é necessária para que isso possa acontecer. É importante ter clareza sobre por quem e como é decidida essa questão.

Aponto alguns depoimentos sobre *A escola hoje* ouvidos no VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Florianópolis, outubro, 1998:

1. Eduardo Terrazzan, fala da Atualização curricular no ensino de física na escola média

- Escola média brasileira: baixa qualidade.
- Desatualização curricular.
- Desatualização metodológica dos professores e da escola.

2. Bernardo Bunchweitz fala da Crise da qualidade do ensino de física no Brasil:

- Ensino inadequado.
- Formação deficiente do professor.
- Falta laboratório e uso de recursos das tecnologias modernas.
- Infra-estrutura escolar deficiente.
- Situação trabalhista do professor.

3. Luiz Carlos de Menezes fala da Física na reforma do ensino médio,

- Otimismo em relação às possibilidades que as novas Diretrizes de Ensino de Ciências poderão trazer para a mudança na educação brasileira.

4. Susana de Souza Barros: Papel da escola tradicional no contexto da discussão das novas Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio, A teoria do *a-e-i-o-u*:

- Mundo real não é disciplinar mas a escola é: *pensar nisso*.
- Saber preservar o melhor que a escola tradicional possa oferecer. O que ela faz, quando funciona bem, ninguém sabe fazer na sociedade.
- A escola simplifica e dificulta, porque se afasta do real e trabalha com analogias, metáforas, modelos, mas não será que isso é necessário antes de passar para a outra etapa, interdisciplinar de construção de conhecimento ‘liberado’, após termos aprendido as letras e os números e muito bem aprendidos (a teoria do a-e-i-o-u).
- Ler / escrever / números e operações básicas para uma aprendizagem significativa.

5. Fátima R. Makiuchi e Eliane Nunes, repensam a problemática da Licenciatura Noturna

“...um dos problemas a enfrentar é a formação de professores de física na universidade, repensando o compromisso docente as licenciaturas noturnas, o currículo diferenciado e uma maior participação na formação específica, como objetivo mor. Com uma dedicação especial à forma de ensino...postura, capacidade, etc, dos professores que não devem se limitar apenas ao conteúdo estanque de sua disciplina. A avaliação positiva dos professores e da adequação do currículo não parecem influenciar grandemente nos resultados: apenas 10% de formandos nos cursos e uma evasão média semelhante às dos outros cursos (40% a 50%).”.

Outros depoimentos relevantes:

Zaia Brandão na “Isto é” de 15/11/1998, enfrenta a realidade como ela é:

- “...muito poucas escolas saberão fazer ou oferecer um currículo flexível”...qualidade não se improvisa e não se muda a cabeça do professor num passe de mágica...”
- *A escola não é uma encyclopédia, com cada matéria em caixinha separada.*

Federico Major (UNESCO,1998), usa o bom senso e a experiência:

- Educação para todos, incluir os excluídos...
- Poder *oferecer bem* a escola tradicional e preparar a escola do futuro.

Chegou a hora de “mudar ou desaparecer”: “uma escola sem/com futuro”, (Nelson Pretto, 1996).

Temos que *aprender* a utilizar as tecnologias educacionais com eficiência. Será que saberemos desenvolver um sistema educacional de qualidade na era do Computador, do Vídeo, da TV, da Internet, da comunicação da mídia e da interatividade ?? O próprio Pretto (dezembro 1998), em comunicação pessoal comenta: ...o que me impressiona é que não veja tantos avanços assim no uso de novas tecnologias na educação... A forma de incorporar tecnologias ainda não se conhece...

Para isso o professor precisa de educação continuada e acesso a materiais didáticos e novas tecnologias sempre. Devem ser criadas condições de aprendizagem ao longo da vida, através de processos continuados de estímulos e do esforço individual para adquirir conhecimentos, valores, habilidades e competências .O conceito de educação permanente nas suas diversas facetas, educação formal / informal, aberta, fechada, o ensino à distância, tem que deixar de ser modismo para entrar na era do profissionalismo. É difícil...mas não é impossível.

Nesse olhar de pássaro, vários aspectos devem ser considerados quando desejamos apontar *quem somos* os educadores e pesquisadores em ciências, quais as características do conhecimento que possuímos e o sistema ao qual pertencemos. Uma coisa é falar da pesquisa em ensino de física, outra é falar do ensino de física e ainda uma terceira é considerar o físico pesquisador e professor universitário como o formador dos futuros professores... Essas seriam as três componentes de um tripé que deveria compor a base do sistema para a melhoria do ensino da física.

Metodologia versus conteúdo? O Physics Today de novembro 1998, discute a disputa, entre educadores de ciências e cientistas acontecida na Califórnia, para desenvolver um novo currículo de ciências, na qual nem um nem outro grupo teria sido capaz de fazer a proposta adequada. Por um lado, as propostas dos cientistas entre os quais estava o Nobel Seaborg, (manifesto: *Uma nação em risco*, 1983) exigem *informação demais com nível cognitivo muito alto, incompatível com os padrões da AAAS⁴, o que conduz a uma compreensão conceitual pobre*. Por outro lado, as propostas dos educadores em ciências carecem de aprofundamento, trabalham muito com metodologias, e os conteúdos trabalhados por professores mal formados contribuirá para um ensino superficial.

Este exemplo mostra que o importante é desenvolver um *modus vivendi* entre os especialistas das duas áreas que devem reconhecer-se como duas partes complementares contribuindo para um mesmo fim. É importante mencionar que existe um movimento mundial para a melhoria do ensino de ciências na escola primária, do qual participam grandes cientistas, incluindo-se nesse grupo prêmios nobéis (de Gennes (França) e Lederman (USA)).

Nos temos hoje uma Sociedade Brasileira de Física presente e que defende muito bem os interesses da comunidade de físicos. Esta Sociedade é respeitada tanto no país como no exterior. Precisamos agilizar a colaboração entre o físico e o educador, no sentido que nem um nem o outro sozinhos poderão levar enfrente a árdua tarefa de melhorar o seu objeto de conhecimento de forma parcial.

Na realidade a interação entre esses dois grupos, que participam da SBF, é precária. A SBF trata os educadores de física de forma assimétrica em relação à participação dos físicos pesquisadores na sociedade. Não estou acusando de parcialidade e/ou injustiça, explico como desconhecimento e de alguma forma ‘miopia’ dos físicos, no que se refere ao ato de ensinar, onde todos sempre se sentem competentes para ensinar sem conhecimento dos processos de ensino / aprendizagem. Estou desejando chamar a atenção em que pese o fato de que a área de ensino de física dentro da SBF, tenha um contingente apreciável de sócios, sua participação nos rumos da sociedade é pouco sentida. Se a bem da verdade este é o único grupo que tem uma secretaria especial, o bloco de conselheiros da SBF é geralmente oriundo das áreas ‘duras’. Este efeito tem sido bastante evidente na escolha de representantes da Sociedade para participação em eventos tipicamente relacionados com Educação em Física: os representantes para o ICASE, ICPE(IUPAP), editores Revista Brasileira de Física, todos estes indicados pela Diretoria / Conselho, sem qualquer solicitação para que a Secretaria de Ensino se manifeste, indique representantes, opine ou faça indicações.

Na atualidade, a preocupação genuina com o fracasso educacional, associada ao fato que o governo e as agências financeiras estão destinando verbas para esse fim, tem levado cientistas de todas as áreas de conhecimento a se arvorarem em especialistas em educação na ciência, pensando que assim serão resolvidos os problemas educacionais. Ledo engano! Seria bom que até não fosse. Mas o que é necessário é a cooperação e o respeito mútuo dos grupos com identidades definidas, para podermos levar em frente as tarefas necessárias para que a educação em física dê sua parcela de contribuição à educação desse cidadão que todos estamos a desejar.

Conclusões

As soluções para superar a crise do ensino de física pertencem ao âmbito maior da crise educacional. Não há dúvida que as mudanças tecnológicas, a globalização e a invasão cultural com perda de identidade, os objetos de consumo visual e virtual, são parte de um grave problema e poderiam, se bem utilizados, fazer parte das soluções. Não podemos menosprezar ou ‘deixar de lado’ o poder da mídia, internet, vídeo, informática. Mas precisamos conhecer melhor os efeitos e as formas de uso. É bem verdade que existe uma atração autêntica da maioria dos alunos e agora dos professores para sua utilização. Mas não é tão verdade que a introdução das tecnologias ‘per se’ poderá trazer a desejada qualidade ao processo ensino/aprendizagem.

Não tenho dúvidas quanto à importância de muitos dos assuntos aqui tratados. Com certeza a seleção que muitos colegas teriam feito apresentaria interseção não nula com este conjunto assim como também enfoques diferentes.

Como fazer que a nossa sala de aula se modifique de forma estruturada, modernize procedimentos, leve em frente mudanças curriculares, metodológicas, sem destruir aquilo que é necessário, fornecendo ao aprendiz conteúdos fundamentais que constituem o *abecedário* básico da ciência. Para uns, como as ferramentas básicas para um futuro profissional na área das ciências. Para outros, como um conhecimento que flexibiliza a compreensão e acompanhamento do conhecimento científico ao longo da vida cidadã e lhes permita participar dignamente da construção da sociedade atual, na era dominada pela cultura científico-tecnológica.

A ciência constitui o meio mais poderoso para a compreensão do universo físico, sendo ainda uma grande aventura do espírito humano, repleta de desafios formidáveis e de prêmios inigualáveis, de oportunidades fantásticas e de responsabilidades sem paralelo. Ela possibilita ver o mundo com novos olhos, explorando o seu passado, sondando o espaço e descobrindo a unidade na maquinaria do cosmos.. Fortalecidos com esses conhecimentos, podemos combater doenças, criar novos materiais e modificar o ambiente de muitas maneiras maravilhosas. A ciência nos dá também os meios de prever as consequências de nossas ações e a sabedoria necessária para, talvez nos salvar-nos de nós mesmos. (Hazen e Trefill : Saber ciência, 1991, Cultura Editores Associados).

¹Conferência de abertura proferida no XIII Simpósio Nacional de Ensino de Física. Sociedade Brasileira de Física, Brasília, 25-29 de janeiro, 1999.

²No restante do texto utilizaremos as abreviaturas EC para fazer referência ao Ensino de Ciências e CC para denotar Currículo de Ciências.

³Na divulgação científica a descrição da ciência é menos fiel. A informação ‘amena’ perde profundidade às custas da clareza necessária aos textos para não especialistas.

⁴AAAS: Associação Americana para o Avanço da Ciência.

O texto abaixo foi apresentado na Conferência de abertura do Simpósio, devido à relevância do assunto no contexto da Alfabetização Científica.

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA É ASSUNTO DE CIDADANIA¹

*Fernando e Susana de Souza Barros
Instituto de Física, UFRJ*

O objetivo maior do conhecimento científico gerado ao longo dos séculos tem sido o bem-estar e a qualidade de vida no Planeta. Mesmo assim, neste final de milênio temos que perguntarnos porque não temos conseguido desenvolver uma educação liberalizante para a qual a ciência deveria contribuir fortemente.

O engajamento da sociedade deveria ser considerado como essencial. (R.M.Hazen e J. Trefill, Science Matters, Doubleday, USA, 1991) ...”*a educação científica para todos deveria significar que é possível preparar cidadãos que sabem prever consequências e possuir sabedoria para protegerse das suas próprias ações...*”

Já é tempo de podermos fazer escolhas adequadas para a educação do cidadão criticamente consciente, capaz de assumir esse papel num mundo dominado pela ciência e a tecnologia e no qual a política e a economia estão nas mãos de umas poucas pessoas que detêm o poder.

Nos currículos escolares não existe qualquer menção às armas, químicas, biológicas ou nucleares ! Os estudantes acabam seus estudos secundários sem jamais terem discutido, durante suas aulas de ciências, as implicações sociais e tecnológicas dessa ciência, e ainda menos, as implicações éticas e morais relacionadas à preservação da ordem mundial e da raça humana...

Gostaríamos de propor uma Agenda Mínima [para esta Assembléia] para que a formação do educador em ciências no mundo inteiro, contenha elementos bastante para trabalhar na sua sala de aula os pontos básicos (desarmamento, ética e moral na utilização da ciência e a tecnologia, etc.) acima mencionados. Esta agenda deveria enfatizar a introdução curricular de noções dos Direitos Humanos que estão relacionadas ao direito de uma vida de paz permanente.

A alfabetização científica do cidadão educado deveria ter como objetivo maior não apenas a compreensão da ciência e a tecnologia, mas deveria provê-lo de informação qualificada sobre aqueles desenvolvimentos científicos e tecnológicos que podem afetar negativamente a sociedade. Essa compreensão deve certamente incluir o estudo dos problemas criados pela intervenção do ser humano sobre a Natureza, tais como : buraco de ozônio, aquecimento global, manipulação de códigos, etc. mas também trabalhar e refletir sobre o efeito de armas de destruição massiva e outros.

Os objetivos gerais da AGENDA EDUCACIONAL proposta seriam:

- a) preparar materiais didáticos que contenham informação qualificada e quantificada sobre as tecnologias modernas associadas as armas e as correspondentes estatísticas sobre seu custo e poder de destruição (efeitos);
- b) introduzir elementos curriculares que assegurem a educação do futuro cidadão para procurar e utilizar informação qualificada e reconhecer as implicações do desenvolvimento tecnológico para a sociedade e
- c) motivar os estudantes quanto a importância de permanecer alertas para sempre en quanto cidadãos conscientes dos seus direitos à paz e a liberdade assegurados pela Declaração Universal dos Direitos Humanos.

¹Texto parcial do trabalho: *Global security and human rights: the case for disarmament*, apresentado na Conferência Internacional sobre os Direitos Humanos, Edmonton, Canadá, Novembro 1998.

CONFERÊNCIA ESPECIAL

BRIDGING THE GAP BETWEEN TEACHING AND LEARNING: THE ROLE OF RESEARCH

Dr. Lilian MacDermott

Department of Physics – University of Washington

(sem resumo)¹

CONFERÊNCIA I

DESAFIO RECONSTRUTIVO E POLÍTICO DA APRENDIZAGEM

Pedro Demo

Departamento de Serviço Social – UnB

Principalmente desde as propostas de *Piaget* e *Vygotsky*, a questão da aprendizagem tem evoluído de modo significativo nas teorias modernas e pós-modernas. Nestas em particular, existe hoje farto reconhecimento de que o fenômeno da aprendizagem é intrinsecamente reconstrutivo, no sentido preciso de que é marcado pela conjugação de dinâmicas desestrutivas e reconstrutivas, aperfeiçoando as condições do saber pensar e intervir. A tradição plantada em processos de teor transmissivo, aquisitivo, reprodutivo está fortemente abalada, porque já não significa uma proposta sustentável de aprendizagem. Para o aluno aprender, é mister que se dedique pessoalmente a reconstruir conhecimento, sob a orientação de um professor. Este, porém, não tem como função primeira dar aula – no sentido clássico da mera exposição repetitiva – mas garantir a aprendizagem do aluno, quer dizer, contribuindo para que o aluno reconstrua, pesquise, elabore com mão própria, argumente com autonomia, etc.

Apesar de os meios modernos de comunicação representarem, em si, uma das fronteiras mais típicas da pós-modernidade, abrigam até hoje, com visível predominância, metodologias didáticas fortemente reprodutivas, a começar pelo agarramento à aula. O que se tem chamado de “educação à distância” encalha, quase sempre, no ensejo da aula (uma aula “bonitinha”) na televisão por exemplo, mas que não alcança ultrapassar este ambiente de mero ensino. A rigor, não existe “educação” à distância, mas mero ensino. Faz parte destas teorias da aprendizagem a valorização ostensiva do professor, porque a aprendizagem não é um fenômeno eletrônico, mas humano. O mundo da eletrônica já é insuperável na transmissão da informação, de sorte que um professor que apenas informa é desnecessário, mas não se desempenha adequadamente no campo da formação, porque este é marcado pela interação humana intensa.

Teve muito impacto algumas idéias da lingüística, por exemplo, de *Rorty*, segundo as quais a linguagem não é espelho da realidade, mas uma trama reconstrutiva que seria incompreensível sem a presença de um sujeito. Por certo, o mundo lá fora existe por si, não depende de mim para sua existência. Mas o mundo no qual habito, me move, me comunico, no qual interfiro, é um mundo que me tem como sujeito. *Maturana* chama a isto a condição gerativa da linguagem, e que estaria na base do fenômeno propriamente humano. Neste caso, trata-se de uma argumentação com base na biologia dos seres vivos, enquanto em Rorty o ponto de partida está mais próximo dos fundamentos sociais e filosóficos da linguagem, sendo, porém, o resultado muito similar. Tomando o lado mais forte desta hipótese, a realidade, a rigor, não existe sem o observador que a constitui, donde decorreria, entre outras coisas, que é impossível manter qualquer expectativa de caráter passivo na aprendizagem. O mero escutar, tomar nota, fazer prova, e outras coisas do gênero, não levam a aprender.

Surpreende, sem dúvida, que tais teorias ressaltam, mais do que a própria pedagogia, o lado político da aprendizagem, porque esta se refere sempre à constituição de um sujeito capaz de história própria. A instrumentação técnica não é nunca descartada, mas assume seu papel correto, ou seja, instrumental. É preciso, pois, saber matemática, mas seu sentido maior é a cidadania capaz de, com ela, melhor intervir na realidade. Neste patamar, tal maneira dever se encontra com as teorias do desenvolvimento humano, que, mesmo nascendo em berço neoliberal, apontam para a importância da face política como competência maior do ser humano. Por conta disso, as oportunidades de desenvolvimento dependem, em primeiro lugar, da capacidade de saber pensar para melhor intervir, não de recursos naturais, tamanho do país, geografia específica, e nem da economia como tal. A qualidade educativa popular vem em primeiro lugar, porque desenvolvimento humano só pode ser obra de sujeitos e não apenas de acumulação de capital. Dito de outra

maneira, desenvolvimento é fundamentalmente uma questão de aprendizagem reconstrutiva por parte de um povo que sabe aprender a aprender.

Podemos usar os temos “qualidade formal” e “qualidade política” para aludir, de um lado, para o necessário fundamento instrumental da competência, dado sobretudo pela sua solidez científica e manejo das respectivas metodologias, e, de outro lado, para o compromisso ético e político. Surpreende também, neste contexto, que mesmo físicos e matemáticos, como *Prigogine*, hoje subsidiado ostensivamente por *Capra*, alarguem esta percepção política da aprendizagem até mesmo para a realidade como um todo, propondo que sendo esta um “caos estruturado” e dotado de dinâmicas não-lineares, aparece sob a condição de fenômenos abertos, em formação, ou em equilíbrio precário, também marcados pela “flecha do tempo”, o que a tornaria, pelo menos metaforicamente, também uma espécie de sujeito histórico capaz de história própria. Pois a “vida” não é uma substância, mas um modo de organização.

Não custa reconhecer que tudo isto ainda é “hipótese” de trabalho, até porque, numa época marcada pelo “fim das certezas”, como diria *Prigogine*, a ciência não comparece mais como o tranquilizante acadêmico, mas como tática de instabilização de todas as pretensas certezas. Esta idéia, por mais que possa ser estranha, é, no fundo, parte constituinte da aprendizagem pós-moderna, acenando para a necessidade de ambiente menos rígido e mais criativo. Ao contrário do que muitas vezes se pensa, professor não existe para “tirar dúvidas”, mas para fazê-las tanto mais, ou seja, se papel é “maiêutico”, no sentido de motivar, orientar, instigar, mas jamais de substituir o exercício reconstrutivo pessoal do aluno. Esta percepção, por outra, faz ressaltar o compromisso emancipatório da cidadania autônoma, que, sabendo pensar, é capaz de propor com postura crítica e criativa. Desta ótica é possível também rever, pelo menos parcialmente, a preocupação em torno da “indisciplina” em sala de aula, por quanto, em alguma medida, é expressão da rebeldia de um aluno que gostaria de ser sujeito. Não interessa à sociedade o “bom menino”, mas aquele que a vai conturbar, provocar, transformar. Ora, “bons meninos” deixam tudo como está, quer dizer, não aprendem grande coisa.

Seriam significativas as consequências desta maneira de ver para a escola de hoje e em particular para seus professores. Como regra, apenas “ensinamos”, não sabemos fazer aprender, pela razão simples de que, nós mesmos, fomos ensinados, instruídos, domesticados, treinados. Repetimos em sala de aula o que fizeram conosco na universidade ou na escola normal. Neste sentido, tais teorias apontam para um rumo obsessivo: a necessidade de resgatar o professor, pois é a melhor maneira de resgatar o aluno. Ao lado do esforço reconstrutivo do aluno, o fator mais decisivo na aprendizagem é a presença maiêutica de um professor que sabe aprender bem. Será, pois, vital que os professores estudem tais teorias com afinco e as reconstruam para aplicação na escola, tendo como objetivo único e maior a aprendizagem mais adequada dos alunos. Não se pode fazer isto de modo apressado, mas, como as próprias teorias querem, é mister reconstruir uma proposta como começo, meio e fim. Reconstruir uma tradição considerada ultrapassada não é, jamais, jogá-la fora, mas “refazê-la”, “reconstruí-la”. Pois a criatividade, mesmo supondo sempre alguma desconstrução, precisa estar marcada pela habilidade de construir. Ainda, é nosso compromisso permanente inovar de tal modo que a aprendizagem melhore. Não cabe inovar por inovar, ou, sobretudo, inovar de tal modo que o aluno aprenda ainda menos.

APRENDIZAGEM DE ESTILO RECONSTRUTIVO

Em particular após a obra de *Piaget*, tornou-se mais comum entender a aprendizagem como fenômeno reconstrutivo, no sentido tendencialmente político de capacidade do sujeito individual e coletivo de fazer história própria, mesmo que muitas pesquisas estejam sob a suspeita de excessivo estruturalismo (fases dadas da evolução da aprendizagem)¹. Talvez a perspectiva mais interessante seja a descoberta do teor político da aprendizagem, para além das formulações vagas e exacerbadas sobre “transformação social” destituídas de satisfatória instrumentação teórica e metodológica. Para tanto contribuiu também o ambiente dito pós-moderno da discussão em torno do conhecimento e da educação, enriquecendo sobremaneira o debate², apesar de seu freqüente caráter contraditório, disperso e impertinente³.

É mais conhecida a terminologia da “construção do conhecimento”, por conta da obra de *Piaget* que leva o nome de “construtivismo”. Não a adotamos aqui, apenas para não insinuar que a aprendizagem reconstrutiva só poderia ser feita através das idéias deste autor e também para não reforçar uma certa tendência excessivamente rigorosa ou menos hermenêutica, a saber: normalmente **reconstruímos** conhecimento, porque partimos do que já conhecemos, aprendemos do que já está disponível na cultura; a **construção** do conhecimento também pode ocorrer, mas é um passo de originalidade acentuada, dificilmente aplicável como regra predominante. Do ponto de vista hermenêutico e cultural, o termo reconstrução é mais realista.

Entendemos por **aprendizagem reconstrutiva** aquela marcada pela relação de sujeitos e que tem como fulcro principal o desafio de aprender, mais do que de ensinar, com a presença do professor na condição de orientador “maiêutico”. Tem como contexto central a formação da competência humana, de cunho político, certamente instrumentada tecnicamente, mas efetivada pela idéia central de formar sujeitos capazes de história própria, individual e coletiva. Assim, quando se aproxima este tipo de aprendizagem, do saber pensar e do aprender a aprender, a diferença substancial frente às idéias tecnicistas escola-novistas ou da assim chamada qualidade total está em que o propósito ético-político se constitui na razão de ser do processo, permanecendo o manejo do conhecimento e a referência ao mercado como meio. Ou seja, a

qualidade política prevalece sobre a qualidade formal, ainda que uma não substitua nem se desfaça na outra. Ao mesmo tempo, a presença do professor é considerada componente intrínseco da aprendizagem, por ser esta uma habilidade humana e social, não eletrônica ou apenas técnica⁴.

Por outra, o desafio da aprendizagem reconstrutiva se alimenta igualmente de certas linhas de pensamento do conhecimento pós-moderno, sobretudo frente à problemática da incerteza, da complexidade do real e da interdisciplinaridade. Ao contrário do ensino, que se esforça por repassar certezas e que são reconfirmadas na prova, a aprendizagem busca a necessária flexibilidade diante de uma realidade apenas relativamente formalizável, valorizando o contexto do erro e da dúvida. Pois quem não erra, nem duvida, não pode aprender. Pode estranhar, mas esta visão mais dinâmica do processo de aprender encontra hoje fundamentos mais explícitos nas áreas das ciências naturais, do que na pedagogia ou nas ciências ditas humanas. Combate-se a propensão instrucionista da pedagogia atual, fixada no treinamento de fora para dentro e marcada pela idéia de ensino. Essas teorias reforçam a aprendizagem como processo de formação da competência humana política, mais do que apenas o substrato técnico-instrumental. São menos teorias de como ensinar, do que de como aprender. Chama muito a atenção a convergência formidável das várias teorias, sobretudo daquelas com origem fora das ditas ciências sociais e humanas, além de sua tendência interdisciplinar. Analisamos aqui algumas delas, de maneira preliminar e rápida, com o objetivo de apenas introduzir o debate e alimentar a pesquisa, sendo impraticável aqui esgotar qualquer uma destas perspectivas.

1. Começando pela **filosofia**, é conhecida a proposta de *Kohlberg*, aproveitada por *Habermas* e *Apel*, em torno do desenvolvimento das noções de moral na criança e no adolescente, tendo como base o construtivismo piagetiano. Tem de interessante o reconhecimento de que moral se aprende e permite trabalhar a idéia de ética histórica e política⁵. Afasta-se a pretensão de "incutir" a moral nas pessoas, como algo que venha de fora para dentro e de cima para baixo, sob o signo da autoridade e que privilegia na criança e no adolescente o senso pela obediência. Trabalha-se muito mais os conceitos de responsabilidade e de autonomia, que são a capacidade de responder pelos seus atos em contexto histórico e social. Pode correr o risco de apelar para bases transcentrais da moral, válidas para toda sociedade e todo tempo, contando mais com estruturas dadas do que com a construção histórica, como seria o caso da teoria da justiça de *Rawls*, por exemplo⁶.

A visão de *Habermas* depende diretamente de sua teoria da ação comunicativa⁷, na qual, entre tantos componentes criativos e interessantes, existe o espaço do consenso negociado, que deveria sobrepor-se a intentos estratégicos, para que exista real comunicação⁸. Esta criatividade histórica, hermeneuticamente plantada e dialética, sofreu críticas acerbas, em parte de sociólogos como *Bourdieu*, que entendem a validade da linguagem como algo principalmente social⁹, ou de críticos da comunicação como *Sfez*, que chega a tachar a teoria da ação comunicativa como ingênuo e presa a "forte mofo kantiano"¹⁰. Mesmo assim, não deixa de ser muito interessante que os filósofos também se dediquem a um estilo tipicamente reconstrutivo de aprendizagem, que se torna tanto mais momentosa por voltar-se à questão da moral como obra humana calcada na competência política. Apesar de resquícios transcentrais e de dicotomias desnecessárias (por exemplo entre agir comunicativo e estratégico), é marcante a proposta de aprendizagem da moral como caminho para a autonomia responsável¹¹.

2. Quanto à **psicologia**, a contribuição mais importante ainda é a de *Piaget*, tendencialmente cognitivista¹², no sentido de dar importância maior ao lado cognitivo da mente humana, certamente mais do que, por exemplo, ao lado emocional. Encontrou eco nas propostas de *Maturana* e *Varela*, bem como de *Capra*, que tendem a coincidir vida com cognição¹³, dentro de uma visão de "auto-regulação". O construtivismo estabelece o processo de aprendizagem como o desenvolvimento permanente e cada vez mais elevado da capacidade de elaboração própria¹⁴, sem incidir necessariamente no evolucionismo teleológico, e orientado para a criatividade (fenômeno da equilíbrio). Em termos estruturais, tem-se dedicado a descobrir as condições gerais e invariantes do conhecimento humano, o que, quando mal entendido, leva à acusação de estruturalismo excessivo¹⁵. Diante das tendências pós-modernas do conhecimento, este tipo de intento tende a ser mal visto, mas, em si, não precisa significar nada mais que o esforço tipicamente formalizante de construir o objeto de estudo. Se o autor reduzisse o fenômeno da aprendizagem a meros esquemas formais dados, teríamos o vício que a crítica gostaria de vituperar e neste caso com razão.

Dificilmente se poderia superestimar a importância da obra de *Piaget* e deste estilo de psicologia para a sustentação de inovações educacionais, muitas vezes estereotipadas em modismos banais, mas, se devidamente reconstruídas, capazes de oferecer às crianças condições alternativas de aprendizagem. Mesmo sob a suspeita de estruturalismo excessivo, é postura que pode valorizar muito o pano de fundo hermenêutico da criança, consagrando a idéia correta de que a criança é ponto de partida e de chegada na escola, sendo sua aprendizagem o critério central de todo processo de avaliação. Os modismos refletem sobretudo uma contradição dos próprios educadores que se dizem piagetianos, pois nisto mesmo negam a tese fundamental de *Piaget*: conhecimento se constrói, não se copia; copiar *Piaget* é assassiná-lo no ato¹⁶. Por outra, trata-se de uma proposta que marca ainda fortemente o ambiente latino-americano, como é o caso notório de Ferreiro¹⁷.

O enfoque psicológico é por vezes também mal interpretado, porque tenderia a ignorar o condicionamento social, como se a aprendizagem fosse algo que ocorresse solitariamente na cabeça da criança, sem relação com o mundo. A fundamentação piagetiana não comporta este estreitamento, até porque o conceito de equilíbrio admite que a passagem para uma próxima fase superior se dá igualmente pelos

condicionamentos sociais. Assim, esta objeção poderia facilmente ser levada ao absurdo: se o meio não tivesse influência na aprendizagem, educação faria pouco sentido, já que o caminho de cada qual estaria estruturalmente traçado sem possibilidade de inovação histórica. Educação torna-se fenômeno relevante e decisivo, se não nos atrelarmos a conceitos rígidos de estrutura. Pois é a maneira de conquistar história própria, não de apenas preencher estruturas dadas¹⁸.

3. Observando a **psicanálise**, na esteira de *Freud*, é possível ressaltar a importância para a aprendizagem da relação afetiva e emocional, com reflexo decisivo para a auto-estima do aluno e para uma forma de autonomia emancipada. Pode servir de equilíbrio a tendências por vezes excessivamente cognitivistas ou que apreciam apenas tipos lógico-formais de inteligência¹⁹. Entre as várias vertentes, pode-se chamar a atenção para o grupo de “psicoterapeutas construtivistas”, que busca desenhar os processos de tratamento como similares a processos de aprendizagem de estilo reconstrutivo²⁰. A cura supõe, ao lado do esforço médico ou de especialistas, um projeto participativo do paciente, o que, na verdade, eliminaria a condição de “paciente”, como usualmente se coloca. Ou seja, não basta a química dos remédios ou os procedimentos formais de tratamento, mas é mister a participação do sujeito. É interessante notar que o conceito de auto-estima aí vai muito além da simples atitude de não perder a confiança em si, ganhando a esfera muito mais relevante da capacidade de autonomia reconstrutiva. Apoios afetivos e emocionais não poderiam descambar em produção de dependências neuróticas, mas na construção da capacidade de autonomia reconstrutiva.

É ocioso alegar que a psicanálise freudiana recebe críticas de todos os lados²¹, tanto mais hoje que seus fundamentos psicológicos podem ser mais facilmente contestados diante de novos achados científicos²². Ademais, está em voga um abuso freqüente de suas bases, quando, por exemplo, se insiste em excesso sobre a “sedução” da aprendizagem, como se só fosse possível aprender com prazer. A qualidade total usou e abusou destas premissas, banalizando cursos que não iam além de “encantar”. Entretanto, uma consideração mais atenta à teoria da neurose, por exemplo, vai descobrir logo que, na vida real, aprendemos sobretudo o que não gostamos de aprender, a começar pela matemática na escola. É totalmente fútil a idéia de aprendizagem como pura diversão²³. É papel do professor fazer da aprendizagem a coisa mais agradável possível, sedutora e envolvente, mas isto não pode deixar de reconhecer que a vida não é somente sedução. Trata-se da alegria do bom combate, não do bôbo alegre.

4. Na **psico-sociologia**, a vertente principal é o interacionismo de *Vygotsky*, que realça o papel do contexto social da aprendizagem, o que pode, de um lado, diminuir a tendência cognitivista e estruturalista, e, de outro, valorizar a ambiência humana, contribuindo para entender a aprendizagem como competência humana, mais do que somente competência formal. Ao mesmo tempo, esta visão abre campo mais facilmente para valorizar os contextos culturais e históricos, inclusive a relação lúdica, realçando sobremaneira as possibilidades de intervenção dentro de horizontes mais dialéticos²⁴. Na América Latina, todavia, a valorização extrema feita hoje desta posição se deve também à facilidade de estabelecer um vínculo entre *Vygotsky* e *Gramsci*, ambos de origem marxista, cuja combinação pode ser muito inspirada, não fosse geralmente também muito banalizada. O que mais encanta sobre este pano de fundo é a teoria do “intelectual orgânico”, sempre apta a salvar um profissional tão desvalorizado como é o professor, pelo menos na teoria. Deve-se alegar ainda que já existe certo cansaço em torno da teoria piagetiana, não tanto por fraqueza desta, quanto por conta de fortes abusos teóricos e práticos. Entretanto, de pouco vale passar de um extremo a outro.

Neste sentido, já é comum contrapor *Piaget* e *Vygotsky* como antípodas, quase sempre sob a alegação superficial e apressada de que o primeiro é conservador e suporte do neoliberalismo em educação, enquanto o segundo seria um esteio da libertação dos povos. Há de se reconhecer que esta ilação modista pode ter pelo menos o impacto de introduzir nos cursos algo de espírito crítico diante do sistema atual, o que já não é desprezível. Todavia, se a relação não é bem reconstruída, decorre um tipo de educação também não menos mimética que aquelas consideradas conservadoras. Um ponto que pode ser ressaltado é a valorização do papel do professor, o que também ajuda a retirar propostas construtivistas do solipsísmo, como diria *Sfez*²⁵. Tal solipsismo poderia provir da tendência a considerar o sujeito ideolado e autodidata, já que ele mesmo constrói seu trajeto, ainda que percorrendo fases estruturais dadas. Na prática, porém, todos aprendemos juntos, dentro de um contexto social, mesmo quando imaginamos nos retirar para a solidão para estudar melhor.

5. Na **biologia** detém grande força ainda a visão de *Maturana* e *Varela*, com base no conceito de “*autopoiesis*”, para expressar a idéia de autoformação²⁶, válida para qualquer ser vivo, não só para seres humanos. *Primeiro*, o vivo não é uma substância, mas um modo de se organizar (auto-organização); *segundo*, todo ser vivo é um sistema fechado, correspondendo isto à sua individualidade e à marca de sistema autodeterminado; *terceiro*, é dotado da capacidade de reagir construtivamente diante dos estímulos externos, de tal sorte que faz, dentro de seu âmbito, história própria. Ao contrário da teoria do reflexo condicionado de *Pavlov* (típica proposta de ensino domesticador), ressalta-se também a criatividade que caracteriza a vida sob todas suas formas, o que levaria a retocar a teoria da evolução das espécies de *Darwin*, no que tem de apreço excessivo pelo acaso, já que a sobrevivência estaria mais ligada à capacidade de aprender, do que a circunstâncias fortuitas. Ponto mais alto desta visão é o combate expresso às teorias instrucionistas, tomando como base sobretudo a epistemologia tomada do ponto de vista do observador. Não é a realidade que se

impõe, mas o observador que nela seleciona o que é possível ver, aproximando-se nisto bastante da teoria do “objeto construído” em metodologia científica.

Infelizmente, *Maturana* nem sempre é bem conhecido na América Latina, como é exemplo clamoroso disso o Brasil, que apenas recentemente se dedicou a estudá-lo (sobretudo grupo de acadêmicos da Universidade Federal de Minas Gerais, em Belo Horizonte). Na verdade, já é um clássico e um patrimônio latino-americano, mesmo sendo suas propostas extremamente complexas e muitas vezes polêmicas²⁷. Chama a atenção, por exemplo, que a idéia de autopoiese, também incorporada na sociologia sistemicista de *Luhman*, foi interpretada por outros autores mais críticos como conservadora, sendo o caso de *Habermas* na Alemanha e *Sfez* na França. A questão está no mecanismo determinista aí embutido, como reconhece explicitamente *Maturana*: a realidade externa não se impõe ao sujeito, porque é o contrário que sucede – do ponto de vista do observador, é este que formata a realidade à sua imagem e semelhança, selecionando nela aquilo que é captável pelo cérebro humano. Nega, pois, o paradigma representacionista epistemológico, típico do positivismo, mas não vai além de um mecanismo circular. Este é tipicamente dinâmico, mas voltado para si mesmo, e, neste sentido, pouco criativo. A criatividade que se auto-regenera tem a si mesma como parâmetro, impedindo a percepção de estilo expressivo, como diz *Sfez*, que exige também o salto descontínuo²⁸. Todavia, por estas e por outras, a biologia passou a ser vista como a região acadêmica mais charmosa para a discussão sobre aprendizagem, ao lado do debate sobre inteligência artificial.

Segundo *Sfez*, *Varela* estaria um passo à frente de *Maturana*. “A argumentação se apoia na introdução de dois novos termos para caracterizar a *autopoiese*: o ‘fazer emergir’ e a ‘enação’. Com efeito, se o conexionismo se prevalece da noção de ‘emergência’, que designa a produção, no seio de um conjunto, de uma nova ‘configuração de estados’, afastando-se já de uma análise em termos de representação para se dirigir a uma espécie de construtivismo, a marca própria da quarta etapa, ‘vareliana’, é a passagem da noção de emergência à de ‘fazer emergir’. Com o ‘fazer emergir’, reconhece-se haver um estado de coisas preexistente e a propósito do qual o sistema faz emergir uma configuração de estados. Dinamização do conjunto e impulso na direção de uma adaptação recíproca: então, a ‘enação’ (porque é assim que se designa essa ação interacional e emergencial) é mais do que uma simples interação, do que um contato de interface; trata-se da criação de configurações de estados em evolução contínua, dentre todas as configurações possíveis” (*Sfez*, p. 206). Com isto *Varela* busca flexibilizar o mecanismo de *Maturana*, cuja rigidez pode aparecer, por exemplo, no reconhecimento de que é impossível ao observador saber se sua visão da realidade está deturpada, já que está, no fundo, somente entregue a si mesmo. Dentro do contexto da “enação”, seria possível admitir que, primeiro, o observador também é observado, pois não é factível um posicionamento estritamente unilateral dentro de uma realidade tipicamente complexa e emaranhada, e, segundo, existindo uma comunidade de observadores, seria imaginável que sua comunicação poderia contribuir para consensos em torno de visões mais e menos deturpadas da realidade, sem, no entanto, se poder chegar a conclusões peremptórias, impossíveis em ciência.

Ademais, uma visão biológica deste porte pode nem sempre ser considerada suficiente para os cientistas sociais, como é o caso da teoria do amor, segundo a qual *Maturana* sustenta consistir o amor na aceitação do outro, deixando de lado a dialética do desamor, certamente também parte integrante do dinamismo do encontro. Qualquer visão um pouco mais dialética vai aceitar que a rejeição do outro é apenas a contraface da mesma moeda. Algo similar pode-se dizer da proposta de *Wilson* sobre “consiliência”, em torno da unidade das ciências, com base na matemática e na biologia, ao referir-se à esfera do social e do cultural, facilmente reduzidas a determinismos biológicos²⁹. Embora *Wilson* aceite que a evolução hoje tem como novidade importante a intervenção cada vez mais presente do ser humano, o que a retira do mero acaso, sua visão de sociedade é claramente positivista. Por outra, não deixa de chamar a atenção o fato de que não cita, em momento algum, *Maturana* ou *Varela*, o que mostra o quanto este campo ainda é polêmico. Seja como for, não deixa de ser uma proposta fantástica da biologia o combate tão frontal ao instrucionismo.

6. Visualizações muito relevantes surgiram também na **física pós-moderna**, tanto mais surpreendente ao reconhecer que o conceito de vida deveria incluir também a matéria, cabendo a esta igualmente predicados sempre reservados apenas aos seres humanos, como criatividade, conquista de espaços, capacidade *retiniva*, etc. Colocando em xeque a matemática linear e a visão positivista da realidade (sobretudo a ditadura do método), *Prigogine* encontra um isomorfismo nos seres maior do que se imagina, e parte para entender o caos estruturado, colocando a desordem da realidade como fato primeiro e como fator de criatividade. Embora não tenha feito propriamente uma teoria da aprendizagem, seus estudos admitem estender a idéia também para o universo, que, estando em formação, tem um sentido histórico irreversível e é dotado da capacidade de auto-regulação, sem qualquer ligação com uma ordem teleológica; instiga fortemente a noção de realidade complexa ou de ordem complexa, que se aplica também ao processo de aprendizagem de estilo histórico-estrutural³⁰.

A quem provém das ditas ciências humanas agrada muito ouvir de um autor como *Prigogine* a expectativa do ressurgimento da dialética (dedica-se até mesmo a restaurar a proposta de *Engels* sobre a dialética da natureza)³¹, imaginando que o encontro interdisciplinar da ciência acabaria tomando a direção das ciências sociais. Isto é abertamente contraditado por *Wilson*, que, com base na matemática e na biologia, constrói uma “consiliência” (consenso!) que vai até a religião, passando pela cultura, ciências sociais, ciências naturais, etc. Seja como for, para a aprendizagem de teor reconstrutivo esta polêmica é de suma

importância, porque restabelece alguns princípios socráticos clássicos, tais como: ambiente mais adequado de aprendizagem é o “caos estruturado”, já que ninguém aprende sem disciplina, mas aprender autenticamente é coisa que só combina com indisciplina, se for realmente algo criativo e crítico; papel do professor não é o de retirar dúvidas, apresentando conhecimentos acabados, mas o contrário, ou seja, arquitetar um ambiente de eterna dúvida, que leva muito mais ao saber perguntar, do que ao saber responder, tal qual se fez no “mundo de Sofia”³²; ao mesmo tempo, o erro faz parte intrínseca da aprendizagem humana, consentâneo à concepção de uma realidade de tessitura imprecisa, o que também pode preparar melhor para os desafios desconhecidos. Pode espantar que cientistas naturais digam tais coisas, propondo uma dinâmica praticamente infinita no esforço científico³³, contrário áqueles que já acreditam no “fim da ciência”³⁴. Surpreendentemente, tais cientistas são mais abertos que muitos cientistas sociais, sobretudo pedagogos, que, pregando a inovação como coisa intrínseca da educação, não conseguem inovar em nada a pedagogia. Para a aprendizagem reconstrutiva, tipicamente inovadora, é fundamental o reconhecimento de que o melhor ambiente de aprendizagem é o da incerteza, ou, dito de outra maneira, da pesquisa, não o da aula. Esta comete, entre outras barbaridades, o erro crasso de propor para o aluno coisas feitas, discursos prontos, dados definitivos, a tal ponto que precisa ser copiada. A idéia de que a escola oferece ao aluno um pacote já definido na cabeça dos professores e nos livros didáticos, cabendo a ele “adquirir” conhecimento pela via da reprodução, é coisa medieval. Daí decorre um aluno que cumpre ordens, pensa o que lhe é oferecido e permitido, mas não alguém que sabe contestar, perguntar, pesquisar, propor com autonomia. A aula não deixará de ocupar um lugar na aprendizagem, mas certamente de teor coadjuvante apenas, pela razão simples de que a peça chave da aprendizagem é um aluno que saber reconstruir conhecimento, acompanhado de um professor que o auxilia na tarefa da reconstrução.

7. São bastante conhecidas as propostas tipicamente **interdisciplinares**: já é modismo o apreço a obras que unem psicologia e biologia e realçam a emoção e a subjetividade na aprendizagem, alcunhado de “novo paradigma”. A pesquisa não está tão avançada como as modas desejariam, mas os resultados são já muito significativos, seja na crítica forte contra os testes de inteligência tradicionais (racionalistas, de cariz europeu e colonizadores), seja na valorização da emoção como motivação e até mesmo como referência principal da mente (mais que a razão), seja na importância da pesquisa interdisciplinar, mais apta a captar as complexidades da vida concreta³⁵. Cabe apontar também para a pesquisa da consciência, que tem enfrentado a questão da inteligência artificial, em ambiente de polêmica acirrada. Os que defendem a inteligência e a aprendizagem como fenômeno não computacional, como *Searle* e *Penrose*³⁶, apostam na criatividade do ser humano, geralmente apelando para a ciência da complexidade de cariz quântico³⁷, enquanto outros confiam que, sendo o ser vivo apenas um modo alternativo de organização da matéria disponível, não estariam longe de decifrar a questão e que seria tipicamente computacional³⁸.

Ademais, algumas polêmicas se tornaram ociosas diante desta nova maneira de ver a realidade e a inteligência humana. Uma delas é a discussão geralmente estéril da questão da qualidade, definida apenas como não-quantidade ou coisas vagas como esta. Tomando o caso descrito por *Damásio* e vastamente usado nesta literatura, o mestre de obras que teve o crânio perfurado, ao perder massa encefálica, não chegou a morrer, não deixou de pensar, mas foi perdendo o senso moral. Embora tais fenômenos estejam ainda pouco delineados, foi o suficiente para colocar alguma luz sobre a necessária combinação entre quantidade e qualidade no ser humano: nenhuma qualidade humana é destituída de base material, e vice-versa. Sem adrenalina não aparece emoção, ainda que emoção não seja adrenalina. Outra polêmica superada é aquela sobre quociente de inteligência, sobretudo em seu aspecto mais behaviorista, porque representa uma imposição unilateral de um tipo de cultura, sem falar no cognitivismo, considerado parcial porque ignora a emoção. Por mais que esta vertente seja abusada na teoria e na prática, é fundamental reconhecer a necessidade de que o professor, a par de sua competência formal, carece de competência política, incluída a emocional.

Este tipo de visão mais interdisciplinar tem levado à valorização do que *Assmann* chama de “sociedade aprendente”, para indicar a característica humana e biológica da capacidade de aprender em sentido sobretudo político³⁹. Trata-se de um reencantamento da educação, à medida que a subjetividade entra em jogo, seja no sentido mais radical de que vida pode se confundir em grande parte com a aprendizagem reconstrutiva, seja no mais imediato de que, sendo aprendizagem algo tão natural, precisa representar também a vontade de viver, incluindo fortemente a face do prazer e da sedução. É claro que tais idéias se prestam às mais sonhas banalizações, mas isto não lhes retira o mérito intrínseco, hoje dotadas de base científica mais clara. Embora seja impraticável entender o prazer sem a dor, está fora de dúvida que a escola carece urgentemente de encanto.

8. A **lingüística** também trouxe colaboração inestimável, porque descontinou o horizonte da fala como ação⁴⁰ (*Austin*), ou da linguagem como não espelho da realidade⁴¹ (*Rorty*), ou como construção social da realidade⁴² (*Searle*). *Habermas* tem utilizado esta noção em sua teoria da ação comunicativa, indicando que a linguagem humana, além de ser o diferencial mais importante de sua identidade (*Maturana*), significa sempre uma postura reconstrutiva diante da realidade. Por certo, o mundo lá forma não depende de nossa linguagem para existir, mas nossos mundos são aqueles que a linguagem permite e reconstrói⁴³. Esta maneira de ver coincide, com referência à metodologia científica, à tese do “objeto construído”, hoje tão difundida também em ambientes da ciências naturais, como a física pós-moderna que pretende também redescobrir a dialética⁴⁴.

A visão mais estruturalista da linguagem estaria cedendo a um paradigma mais dinâmico, por vezes já excessivo (*Searle* teme isto expressamente), que *Sfez* denomina como paradigma expressivo, contrapondo-se ao modelo “tautista” de comunicação (mescla perversa de autismo, tautologia e totalitarismo). A comunicação é um fenômeno marcado sobretudo pela expressividade não linear emergente, supondo por trás um consenso não discutido (o “mundo da vida” de *Habermas*) e hermeneuticamente plantado, mas não encerrado aí, porquanto a criatividade inesperada também não lhe é menos própria. O senso comum, tão desprestigiado na metodologia científica, sobretudo de estilo bachelardiano⁴⁵, constitui o protótipo desta linguagem complexa e expressiva, feita de textos e sobretudo de contextos, ironias e metáforas, sensibilidades e intuições, que fogem a formalizações excessivas. “É de fato curioso (e malicioso) constatar que se alguma coisa constitui um obstáculo ao empreendimento da linguagem artificial trata-se da conversa comum, com suas idas e vindas, suas ligações omitidas, suas incoerências, seus hiatos e seus lapsos, bem como a carga implícita por ela transportada. Nesse ponto fracassam todas as tentativas de organização e inclusão em diagramas. Há um resto, e esse resto é o comum da fala; o insignificante, o falar para nada dizer, o banal e suas modalidades singulares. O superficial, aqui, faz as vezes do profundo: o que permanece inatingível é bem essa errância do sentido e seu caráter vago, que flutua e hesita, e que exige a interpretação. Reversão de valores que faz do objeto comum (a opinião e os discursos corriqueiros) o foco dos programas mais elaborados, quando há pouco tempo ele era considerado desprezível e sem interesse”⁴⁶.

Daí parte a crítica à ciência cognitiva, tipicamente computacional e representacional, ignorando o pano de fundo expressivo e hermenêutico da linguagem. “... Ao contrário do computador, com suas imagens que representam processos lingüísticos, a palavra viva tem um aspecto desordenado, um modo de dizer toda e qualquer coisa, que é uma maneira disfarçada de ocultar o que *pode ser dito*, e menos ainda mostrado” (*Sfez*, p. 321). A linguagem artificial tem proposto avanços notáveis e ocupa já um lugar definitivo na esfera científica, mas está longe de substituir a linguagem humana, tipicamente reconstrutiva, pelo menos por enquanto.

9. Poderíamos encontrar apoio também em representantes da **matemática**, como já aludido, possivelmente com destaque para *Penrose*. Apresenta pelo menos dois argumentos interessantes: de um lado, apelando para o teorema da incompletude de *Gödel*, busca mostrar que todas as formalizações mais complexas não conseguem ser levadas até ao fim, por conta de sua incompletude intrínseca, o que lembra o “círculo hermenêutico” na filosofia e nas ciências humanas (toda definição de termos inclui termos ainda não definidos, de tal modo que nenhuma discussão pode, a rigor, fechar, recaindo numa regressão ao infinito ou numa “cegueira”⁴⁷); de outro, imagina que faz parte da aprendizagem humana o erro, que, menos que um fracasso, é o signo do processo reconstrutivo permanente⁴⁸. Neste sentido, entre outros, rejeita que a inteligência humana seja computacional, donde seguiria que o computador não saberia aprender. Trata-se obviamente de um estilo não linear de matemática, possivelmente quântica (talvez a física quântica pudesse explicar melhor o cérebro), capaz de dar conta de processos dialeticamente reconstrutivos. Pode-se incluir neste movimento também esforços atuais em torno da aprendizagem da matemática, como a “etnomatemática”, que expressa, entre outros horizontes, a característica social da descoberta e do uso da matemática como linguagem do cotidiano⁴⁹.

10. Já a pedagogia continua mantendo a tendência instrucionista, com base em didáticas de mero ensino, tendo como fundamentos principais a aula e a prova. Os próprios resultados muito magros do aproveitamento escolar dos alunos indicam que se trata de propostas obsoletas⁵⁰. O que mais estranha é que, cabendo à pedagogia o mandato de renovar os procedimentos de aprendizagem de maneira permanente, siga resistindo a qualquer inovação mais profunda nesta parte⁵¹. Nossas instituições educacionais continuam tacanhamente instrucionistas, nas quais o aluno é levado a absorver conhecimento como uma esponja, tendo à sua frente um professor que oferece conhecimentos acabados, tão acabados que precisam ser copiados e reproduzidos nas provas.

O problema talvez mais grave esteja nas entidades de formação dos professores, onde a regra é dar e assistir aula, em ambiente marcado pela reprodução. As teorias modernas e pós-modernas consagram a convicção de que o melhor ambiente de aprendizagem é o da **pesquisa** e da **elaboração própria**, individual e coletiva. Pesquisa vem entendida não só como “princípio científico” (método de gestação da ciência), mas sobretudo como “princípio educativo”, ou seja, como estratégia de aprendizagem reconstrutiva⁵². Não é viável aprender sem esforço reconstrutivo pessoal, que exige estudo sistemático e sempre elaborado, com a presença maiêutica do professor. Esta visão não acarreta o solipsismo autodidata, porque o processo é inseparável da inserção social, no sentido interacionista. O que se pretende acentuar é que não se aprende apenas escutando professores, tomando nota, vendo televisão, ouvindo conferências, fazendo prova, porque ainda não se teria atingido o nível especificamente reconstrutivo. Ao mesmo tempo, esta maneira de ver ressalta a cidadania, no sentido de que aprender é coisa de sujeito participante e empenhado⁵³.

Neste sentido, é fundamental reconhecer que a aprendizagem dos alunos é diretamente proporcional à capacidade de aprender dos professores. A definição tradicional de professor supunha-o como repassador de conhecimento e por isso era um perito em aula. Hoje, esta função é facilmente assumida pela informática ou pelos meios modernos de comunicação, o que dispensa o docente que apenas sabe dar aula. Sua função, todavia, continua central no sentido do orientador do processo de aprendizagem do aluno, com qualidade maiêutica. Daí segue que, para resgatar os sistemas educacionais latino-americanos, a premissa mais sensível

é o professor: enquanto for prova da exclusão, não será a figura capaz de trabalhar a inclusão popular³⁴. Ademais, não é mais possível aceitar que o especialista em formação possa ser mal formado.

É fenômeno marcante, tipicamente pós-moderno, que os profissionais da aprendizagem, geralmente pedagogos, compareçam na discussão como a parte mais desatualizada. Encontramos aqui, na linguagem de *Habermas*, uma frontal contradição performativa, no sentido de que o discurso, sendo incoerente consigo mesmo, se desfaz na própria contradição³⁵. **Não é possível inovar sem se inovar.** Assim como é contraditório questionar e não admitir ser questionado, ou avaliar e fugir de ser avaliado, é absurdo pretender-se inovador permanecendo sempre o mesmo. O que estamos chamando aqui de fenômeno tipicamente pós-moderno é esta coerência metodológica do conhecimento, que é inovador porque se oferece a si mesmo, antes de mais nada, como objeto da inovação. Literalmente, só pode ser científico, o que for discutível. Enquanto a pedagogia não se aceitar como discutível, não souber se desconstruir, não tiver a coragem de conviver com o dinamismo estrutural das mudanças permanentes, pode fazer o discurso que quiser sobre mudança e transformação social, porque será apenas inconseqüente e inoperante. De nada adianta, por outra, esta resistência, porque a vida continua e argumentações poderosas surgem de outras partes, por vezes de onde menos esperamos, como da física e da matemática. É algo surpreendente e sobretudo gratificante ver que tais áreas científicas se dispõem a abrir-se por inteiro, tendo como razão maior a necessidade de aprender sempre. Quem não sabe escutar uma crítica, não sabe aprender.

¹FREITAG, B. (Org.). 1998. Piaget – 100 Anos. Cortez, São Paulo. BECKER, F. 1997. Da Ação à Operação – O caminho da aprendizagem em J. Piaget e P. Freire. DP&A Edit., Rio de Janeiro.

²MORAES, M.C. 1997. O Paradigma Educacional Emergente. Papirus, Campinas.

³EAGLETON, T. 1998. As Ilusões do Pós-modernismo. Jorge Zahar Ed., Rio de Janeiro.

⁴DEMO, P. 1998. Questões para a Teleducação. Vozes, Petrópolis – veja capítulo sobre aprendizagem. DEMO, P. 1998. Educar pela Pesquisa. Autores Associados, Campinas, 4^a. ed.

⁵HABERMAS, J. 1986. Consciência Moral e Agir Comunicativo. Tempo Brasileiro, Rio de Janeiro. APEL, K.-O. 1988. Diskurs und Verantwortung - Das Problem des Übergangs zur postkonventionellen Moral. Suhrkamp, Frankfurt. APEL, K.-O. 1994. Estudos de moral moderna. Vozes. Petrópolis.

⁶RAWLS, J. 1997. Uma Teoria da Justiça. Martins Fontes, São Paulo.

⁷SIEBENEICHLER, F.B. 1989. Jürgen Habermas – Razão comunicativa e emancipação. Tempo Brasileiro, Rio de Janeiro. HABERMAS, J. 1982. Theorie des Kommunikativen Handelns. 2 vol. Suhrkamp, Frankfurt.

⁸INGRAM, D. 1994. Habermas e a Dialética da Razão. Ed. UnB, Brasília.

⁹RIVERA, F.J.U. 1995. Agir Comunicativo e Planejamento Social (Uma crítica ao enfoque estratégico). Ed.

¹⁰FIORUZ, Rio de Janeiro.

¹¹BOURDIEU, P. 1996. A Economia das Trocas Lingüísticas. EDUSP, São Paulo. BOURDIEU, P. 1996. Razões Práticas – Sobre a teoria da ação. Papirus, Campinas.

¹²SFEZ, L. 1994. Crítica da Comunicação. Loyola, São Paulo, p. 112.

¹³BOUFLEUER, J.P. 1997. Pedagogia da Ação Comunicativa: Uma leitura de Habermas. Ed. UNIJUÍ, Ijuí.

¹⁴Existe atualmente também a objeção baseada na descoberta de que a capacidade perceptiva da criança seria bem mais ampla do que *Piaget* imaginava. "A percepção depende da detecção das propriedades fixas e variáveis do ambiente, mais do que da sua construção por intermédio da ação" (BUTTERWORTH, G. 1997. Inteligência Infantil. In: J. Khalfa (Org.). 1997. A Natureza da Inteligência. Ed. UNESP, São Paulo, p. 61). Daí não segue que as crianças sejam "meros receptores passivos dos estímulos visuais" (p. 62), mas "as relações entre os sentidos são mais desenvolvidas do que a explicação de *Piaget* assumiu" (p. 64).

¹⁵Veja principalmente recepção de *Capra* da teoria de *Maturana* e *Varela*: CAPRA, F. 1997. A Teia da Vida, op. cit.

¹⁶GROSSI, E.P./BORDIN, J. (Orgs.). 1993. Construtivismo Pós-piagetiano - Um novo paradigma sobre aprendizagem. Vozes, Petrópolis. GOULART, I.B. 1996. Piaget - Experiências básicas para utilização pelo professor. Vozes, Petrópolis. KAMII, C./DECLARK, G. 1992. Reinventando a Aritmética: Implicações da Teoria de *Piaget*. Papirus, Campinas. KESSELRING, T. 1993. *Jean Piaget*. Vozes, Petrópolis.

¹⁷Veja FREITAG, B. *Piaget: 100 Ano*, op. cit., sobretudo texto de *Ramozi-Chiarotino*; quanto à acusação de "desenvolvimentismo", veja texto de *Esther Grossi*.

¹⁸GOULART, I.B. 1996. Piaget - Experiências básicas para utilização pelo professor. Vozes, Petrópolis.

¹⁹FERREIRO, E. (Org.). 1992. Os Filhos do Analfabetismo – Propostas para a alfabetização escolar na América Latina. Artes Médicas, Porto Alegre.

²⁰DOSSE, F. 1993. História do Estruturalismo. 1. O campo do signo, 1945/1966. Ed. UNICAMP, Campinas. DOSSE, F. 1994. História do Estruturalismo. 2. O canto do cisne, de 1967 a nossos dias. Ed. UNICAMP, Campinas.

²¹BARALDI, C. 1994. Aprender - A aventura de suportar o equívoco. Vozes, Petrópolis. LAJONQUIÈRE, L. 1993. De *Piaget* a Freud - A (psico)pedagogia entre o conhecimento e o saber. Vozes, Petrópolis.

²²NEIMEYER, R.A./MAHONEY, M.J. (Orgs.). 1997. Construtivismo em Psicoterapia. Artes Médicas, Porto Alegre.

²³FURTH, H.G. 1995. Conhecimento como Descrivo – Um ensaio sobre Freud e Piaget. Artes Médicas, Porto Alegre.

- ²²Uma dessas críticas pode ser vista em: WILSON, E.O. 1978. On Human Nature. Harvard University Press, Cambridge. WILSON, E.O. 1998. Consilience – The unity of knowledge. Alfred A. Knopf, New York.
- ²³Exemplo conhecido no Brasil é a experiência de Faxinal do Céu, no Paraná, para onde acorrem os professores básicos estaduais em levas consideráveis, para passar uma semana “de bem com a vida”, o que certamente é mais que merecido, mas ainda está muito longe da aprendizagem reconstrutiva. O cultivo da relação erótica na pedagogia tem seu lugar, mas cabe como motivação, não como substituto da aprendizagem.
- ²⁴VYGOTSKY, L.S. 1989. A Formação Social da Mente. Martins Fontes, São Paulo. VYGOTSKY, L.S. 1989. Pensamento e Linguagem. Martins Fontes, São Paulo. CASTORINA, J.A et alii. 1997. PIAGET/VYGOTSKY – Novas contribuições para o debate. Editora Ática, São Paulo.
- ²⁵SFEZ, op. cit., p. 207.
- ²⁶MAGRO, C. et alii (Org.). 1997. Humberto Maturana - A Ontologia da Realidade. Ed. UFMG, Belo Horizonte. MATORANA R., H. 1998. Da Biología à Psicología. Artes Médicas, Porto Alegre. MATORANA, H./VARELA, F. 1984. El Árbol del Conocimiento. Editorial Universitaria, Santiago. MATORANA, H./VARELA, F. 1994. De Máquinas y Seres Vivos – Autopoiesis: la organización de lo vivo. Editorial Universitaria, Santiago.
- ²⁷ASSMANN, H. 1998. Reencantar a Educação – Rumo à sociedade aprendente. Vozes, Petrópolis.
- ²⁸SFEZ, op. cit.
- ²⁹WILSON, E.O. 1998. Consilience – The unity of knowledge. Alfred A. Knopf, New York.
- ³⁰PRIGOGINE, I. 1996. O fim das Certezas - Tempo, caos e as leis da natureza. Ed. UNESP, São Paulo. PRIGOGINE, I./STENGERS, I. 1997. A Nova Aliança. Ed. UnB, Brasília. LORENZ, E.N. 1996. A Essência do Caos. Ed. UnB, Brasília. GLEISER, M. 1997. A Dança do Universo - Dos mitos de criação ao big-bang. Companhia das Letras, São Paulo. CAPRA, F. 1997. A Teia da Vida - Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. Cultrix, São Paulo.
- ³¹Esta passagem encontra-se no livro “A Nova Aliança”, op. cit.
- ³²GAARDER, J. 1995. O Mundo de Sofia – Romance da história da filosofia. Companhia das Letras, São Paulo.
- ³³Veja a respeito interessantíssimo livro de BARROW, J.D. 1998. Impossibility – The limits of science and the science of limits. Oxford University Press, Oxford.
- ³⁴HORGAN, J. 1997. The End of Science – Facing the limits of knowledge in the twilight of the scientific age. Broadway Books, New York.
- ³⁵DAMÁSIO, A.R. 1996. O Erro de Descartes - Emoção, razão e o cérebro humano. Companhia das Letras, São Paulo. GARDNER, H. 1994. Estruturas da Mente - A teoria das inteligências múltiplas. Artes Médicas, Porto Alegre. GOLEMAN, D. 1996. Inteligência Emocional - A teoria revolucionária que redefine o que é ser inteligente. Objetiva, Rio de Janeiro. GOLEMAN, D. 1996. A Mente Meditativa. Ática, São Paulo. GOLEMAN, D. 1997. Mentiras Essenciais, Verdades Simples - A psicologia da auto-ilusão. Rocco, Rio de Janeiro. GOLEMAN, D./GURIN, J. 1997. Equilíbrio Mente-Corpo. Campus, Rio de Janeiro. GLEICK, J. 1996. Caos - A Criação de uma Nova Ciência. Editora Campus, Rio de Janeiro. PIAGET, J. 1996. Biologia e Conhecimento. Vozes, Petrópolis.
- ³⁶SEARLE, J.R. 1998. O Mistério da Consciência. Paz e Terra, Rio de Janeiro. PENROSE, R. 1994. Shadows of the Mind – A search for the missing science of consciousness. Oxford Univ. Press, N. York.
- ³⁷GILMORE, R. 1998. Alice no País do Quantum – A física quântica ao alcance de todos. Jorge Zahar Editora, Rio de Janeiro.
- ³⁸Veja também: CHALMERS, D.J. 1996. The Conscious Mind – In search of a fundamental theory. Oxford Univ. Press, N. York. DENNETT, D.C. 1991. Consciousness Explained. Back Bay Books, N. York. COMBS, A. 1996. The Radiance of Being – Complexity, chaos and the evolution of consciousness. Paragon House, Minnesota. JAYNES, J. 1990. The Origin of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind. Houghton Mifflin Company, Boston.
- ³⁹ASSMANN, H. 1998. Reencantar a Educação – Rumo à sociedade aprendente. Vozes, Petrópolis.
- ⁴⁰AUSTIN, J.L. 1990. Quando Dizer É Fazer – Palavras e ação. Artes Médicas, Porto Alegre. AUSTIN, J.L. 1993. Sentido e Percepção. Martins Fontes, São Paulo.
- ⁴¹RORTY, R. 1994. A Filosofia e o Espelho da Natureza. Relume-Dumará, Rio de Janeiro.
- ⁴²SEARLE, J.R. 1995. Intencionalidade. Martins Fontes, São Paulo. SEARLE, J.R. 1998. O Mistério da Consciência. Paz e Terra, Rio de Janeiro.
- ⁴³WINOGRAD, T./FLORES, F. 1986. Understanding Computers and Cognition – A new foundation for design. Ablex Publishing Corporation, New Jersey. HABERMAS, J. 1989. Consciência Moral e Agir Comunicativo. Tempo Brasileiro, Rio de Janeiro.
- ⁴⁴PRIGOGINE, I./STENGERS, I. 1997. A Nova Aliança. Ed. UnB, Brasília. Veja tentativa de reconstrução da dialética da natureza de Engels.
- ⁴⁵SANTOS, B.S. 1989. Introdução a uma Ciência Pós-Moderna. Graal, Rio de Janeiro.
- ⁴⁶Sfez, op. cit. P. 317.
- ⁴⁷Termo usado sobretudo por Morin - MORIN, E. 1998. O Método – 4. As Idéias. Editora Sulina, Porto Alegre.

- ⁴⁸PENROSE, R. 1994. *Shadows of the Mind – A search for the missing science of consciousness*. Oxford University Press, New York.
- ⁴⁹D'AMBROSIO, U. 1986. *Da Realidade à Ação – Reflexões sobre educação e matemática*. Summus Editorial, Campinas.
- GARCÍA, J.N. 1998. *Manual de Dificuldades de Aprendizagem – Linguagem, leitura, escrita e matemática*. ARTMED, Porto Alegre.
- GARDING, L. 1997. *Encontro com a Matemática*. Ed. UNB, Brasília.
- RANGEL, A.C.S. 1992. *Educação Matemática e a Construção do Número pela Criança*. Artes Médicas, Porto Alegre.
- ⁵⁰WENECK, H. 1993. *Se Você Finge que Ensina, Eu Finjo que Aprendo*. Vozes, Petrópolis.
- WERNECK, H. 1995. *Prova, Provão - Camisa de força da educação*. Vozes, Petrópolis.
- WERNECK, H. 1997. *Ensínamos Demais, Aprendemos de Menos*. Vozes, Petrópolis.
- WERNECK, H. 1998. *Assinei o Diploma com o Polegar – A construção da cidadania na escola*. Vozes, Petrópolis.
- ⁵¹DEMO, P. 1998. *Questões para a Teleducação*. Vozes, Petrópolis.
- DEMO, P. 1997. *Conhecimento Moderno – Sobre ética e intervenção do conhecimento*. Vozes, Petrópolis.
- DEMO, P. 1998. *Desafios Modernos para a Educação*. Vozes, Petrópolis, 8^a ed.
- ⁵²DEMO, P. 1998. *Pesquisa – Princípio científico e educativo*. Cortez, São Paulo, 8^a. ed.
- EDUCAR pela Pesquisa. Autores Associados, Campinas, 4^a. ed.
- ⁵³LARROSA, J. 1998. *Pedagogia Profana – Danças, piruetas e mascaradas*. Contra*Bando, Porto Alegre.
- ⁵⁴DEMO, P. 1996. *ABC – Iniciação à competência reconstrutiva do professor básico*. Papirus, Campinas.
- DEMO, P. 1998. *Aprendendo a Aprender com o Professor – Análise de experiências recentes*, Base Editora, Curitiba.
- ⁵⁵HABERMAS, J. 1989. *Consciência Moral e Agir Comunicativo*. Tempo Brasileiro, Rio de Janeiro.
- APEL, K.-O. 1988. *Diskurs und Verantwortung – Das Problem des Übergangs zur postkonventionellen Moral*. Suhrkamp, Frankfurt.

BIBLIOGRAFIA

1. APEL, K.-O. 1988. *Diskurs und Verantwortung - Das Problem des Übergangs zur postkonventionellen Moral*. Suhrkamp, Frankfurt.
2. APEL, K.-O. 1994. *Estudos de moral moderna*. Vozes, Petrópolis.
3. ASSMANN, H. 1998. *Reencantar a Educação – Rumo à sociedade aprendente*. Vozes, Petrópolis.
4. AUSTIN, J.L. 1990. *Quando Dizer É Fazer – Palavras e ação*. Artes Médicas, Porto Alegre.
5. AUSTIN, J.L. 1993. *Sentido e Percepção*. Martins Fontes, São Paulo.
6. BARALDI, C. 1994. *Aprender - A aventura de suportar o equívoco*. Vozes, Petrópolis.
7. BARROW, J.D. 1998. *Impossibility – The limits of science and the science of limits*. Oxford University Press, Oxford.
8. BECKER, F. 1997. *Da Ação à Operação – O caminho da aprendizagem em J. Piaget e P. Freire*. DP&A Edit., Rio de Janeiro.
9. BOUFLEUER, J.P. 1997. *Pedagogia da Ação Comunicativa: Uma leitura de Habermas*. Ed. UNIJUI, Ijuí.
10. BOURDIEU, P. 1996. *A Economia das Trocas Lingüísticas*. EDUSP, São Paulo.
11. BOURDIEU, P. 1996. *Razões Práticas – Sobre a teoria da ação*. Papirus, Campinas.
12. BUTTERWORTH, G. 1997. *Inteligência Infantil*. In: J. Khalfa (Org.). 1997. *A Natureza da Inteligência*. Ed. UNESP, São Paulo.
13. CAPRA, F. 1997. *A Teia da Vida - Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. Cultrix, São Paulo.
14. CHALMERS, D.J. 1996. *The Conscious Mind – In search of a fundamental theory*. Oxford Univ. Press, N. York.
15. COMBS, A. 1996. *The Radiance of Being – Complexity, chaos and the evolution of consciousness*. Paragon House, Minnesota.
16. D'AMBROSIO, U. 1986. *Da Realidade à Ação – Reflexões sobre educação e matemática*. Summus Editorial, Campinas.
17. DAMÁSIO, A.R. 1996. *O Erro de Descartes - Emoção, razão e o cérebro humano*. Companhia das Letras, São Paulo.
18. DEMO, P. 1996. *ABC – Iniciação à competência reconstrutiva do professor básico*. Papirus, Campinas.
19. DEMO, P. 1997. *Conhecimento Moderno – Sobre ética e intervenção do conhecimento*. Vozes, Petrópolis.
20. DEMO, P. 1998. *Aprendendo a Aprender com o Professor – Análise de experiências recentes*, Base Editora, Curitiba.
21. DEMO, P. 1998. *Desafios Modernos para a Educação*. Vozes, Petrópolis, 8^a ed.
22. DEMO, P. 1998. *Educar pela Pesquisa*. Autores Associados, Campinas, 4^a. ed.
23. DEMO, P. 1998. *Pesquisa – Princípio científico e educativo*. Cortez, São Paulo, 8^a. ed.
24. DEMO, P. 1998. *Questões para a Teleducação*. Vozes, Petrópolis.
25. DENNETT, D.C. 1991. *Consciousness Explained*. Back Bay Books, N. York.

26. DOSSE, F. 1993. História do Estruturalismo. 1. O campo do signo, 1945/1966. Ed. UNICAMP, Campinas.
27. DOSSE, F. 1994. História do Estruturalismo. 2. O canto do cisne, de 1967 a nossos dias. Ed. UNICAMP, Campinas.
28. EAGLETON, T. 1998. As Ilusões do Pós-modernismo. Jorge Zahar Ed., Rio de Janeiro.
29. FERREIRO, E. (Org.). 1992. Os Filhos do Analfabetismo – Propostas para a alfabetização escolar na América Latina. Artes Médicas, Porto Alegre.
30. FREITAG, B. (Org.). 1998. Piaget – 100 Anos. Cortez, São Paulo.
31. FURTH, H.G. 1995. Conhecimento como Desejo – Um ensaio sobre Freud e Piaget. Artes Médicas, Porto Alegre.
32. GAARDER, J. 1995. O Mundo de Sofia – Romance da história da filosofia. Companhia das Letras, São Paulo.
33. GARCÍA, J.N. 1998. Manual de Dificuldades de Aprendizagem – Linguagem, leitura, escrita e matemática. ARTMED, Porto Alegre.
34. GARDING, L. 1997. Encontro com a Matemática. Ed. UNB, Brasília.
35. GARDNER, H. 1994. Estruturas da Mente - A teoria das inteligências múltiplas. Artes Médicas, Porto Alegre.
36. GILMORE, R. 1998. Alice no País do Quantum – A física quântica ao alcance de todos. Jorge Zahar Editora, Rio de Janeiro.
37. GLEICK, J. 1996. Caos - A Criação de uma Nova Ciência. Editora Campus, Rio de Janeiro.
38. GLEISER, M. 1997. A Dança do Universo - Dos mitos de criação ao *big-bang*. Companhia das Letras, São Paulo.
39. GOLEMAN, D. 1996. A Mente Meditativa. Ática, São Paulo.
40. GOLEMAN, D. 1996. Inteligência Emocional - A teoria revolucionária que redefine o que é ser inteligente. Objetiva, Rio de Janeiro.
41. GOLEMAN, D. 1997. Mentiras Essenciais, Verdades Simples - A psicologia da auto-ilusão. Rocco, Rio de Janeiro.
42. GOLEMAN, D./GURIN, J. 1997. Equilíbrio Mente-Corpo. Campus, Rio de Janeiro.
43. GOULART, I.B. 1996. Piaget - Experiências básicas para utilização pelo professor. Vozes, Petrópolis.
44. GOULART, I.B. 1996. Piaget – Experiências básicas para utilização pelo professor. Vozes, Petrópolis.
45. GROSSI, E.P./BORDIN, J. (Orgs.). 1993. Construtivismo Pós-piagetiano - Um novo paradigma sobre aprendizagem. Vozes, Petrópolis.
46. HABERMAS, J. 1982. Theorie des Kommunikativen Handelns. 2 vol. Suhrkamp, Frankfurt.
47. HABERMAS, J. 1989. Consciência Moral e Agir Comunicativo. Tempo Brasileiro, Rio de Janeiro.
48. HORGAN, J. 1997. The End of Science – Facing the limits of knowledge in the twilight of the scientific age. Broadway Books, New York.
49. INGRAM, D. 1994. Habermas e a Dialética da Razão. Ed. UnB, Brasília.
50. JAYNES, J. 1990. The Origin of Consciousness in the Breakdown of the Bicameral Mind. Houghton Mifflin Company, Boston.
51. KAMII, C./DECLARK, G. 1992. Reinventando a Aritmética: Implicações da Teoria de *Piaget*. Papirus, Campinas.
52. KESSELRING, T. 1993. *Jean Piaget*. Vozes, Petrópolis.
53. LAJONQUIÈRE, L. 1993. De Piaget a Freud - A (psico)pedagogia entre o conhecimento e o saber. Vozes, Petrópolis.
54. LARROSA, J. 1998. Pedagogia Profana – Danças, piruetas e mascaradas. Contra*Bando, Porto Alegre.
55. LORENZ, E.N. 1996. A Essência do Caos. Ed. UnB, Brasília.
56. MAGRO, C. et alii (Org.). 1997. Humberto Maturana - A Ontologia da Realidade. Ed. UFMG, Belo Horizonte.
57. MATORANA R., H. 1998. Da Biologia à Psicologia. Artes Médicas, Porto Alegre.
58. MATORANA, H./VARELA, F. 1984. El Árbol del Conocimiento. Editorial Universitaria, Santiago.
59. MATORANA, H./VARELA, F. 1994. De Máquinas y Seres Vivos – Autopoiesis: la organización de lo vivo. Editorial Universitaria, Santiago.
60. MORAES, M.C. 1997. O Paradigma Educacional Emergente. Papirus, Campinas.
61. MORIN, E. 1998. O Método – 4. As Idéias. Editora Sulina, Porto Alegre.
62. NEIMEYER, R.A./MAHONEY, M.J. (Orgs.). 1997. Construtivismo em Psicoterapia. Artes Médicas, Porto Alegre.
63. PENROSE, R. 1994. Shadows of the Mind – A search for the missing science of consciousness. Oxford Univ. Press, N. York.
64. PENROSE, R. 1994. Shadows of the Mind – A search for the missing science of consciousness. Oxford University Press, New York.
65. PIAGET, J. 1996. Biologia e Conhecimento. Vozes, Petrópolis.
66. PIAGET/VYGOTSKY – Novas contribuições para o debate. Editora Ática, São Paulo.
67. PRIGOGINE, I. 1996. O fim das Certezas - Tempo, caos e as leis da natureza. Ed. UNESP, São Paulo.

68. PRIGOGINE, I./STENGERS, I. 1997. A Nova Aliança. Ed. UnB, Brasília. Veja tentativa de reconstrução da dialética da natureza de *Engels*.
69. RANGEL, A.C.S. 1992. Educação Matemática e a Construção do Número pela Criança. Artes Médicas, Porto Alegre.
70. RAWLS, J. 1997. Uma Teoria da Justiça. Martins Fontes, São Paulo.
71. RIVERA, F.J.U. 1995. Agir Comunicativo e Planejamento Social (Uma crítica ao enfoque estratégico). Ed. FIOCRUZ, Rio de Janeiro.
72. RORTY, R. 1994. A Filosofia e o Espelho da Natureza. Relume-Dumará, Rio de Janeiro.
73. SANTOS, B.S. 1989. Introdução a uma Ciência Pós-Moderna. Graal, Rio de Janeiro.
74. SEARLE, J.R. 1995. Intencionalidade. Martins Fontes, São Paulo.
75. SEARLE, J.R. 1998. O Mistério da Consciência. Paz e Terra, Rio de Janeiro.
76. SFEZ, L. 1994. Crítica da Comunicação. Loyola, São Paulo, p. 112.
77. SIEBENEICHLER, F.B. 1989. Jürgen Habermas – Razão comunicativa e emancipação. Tempo Brasileiro, Rio de Janeiro.
78. VYGOTSKY, L.S. 1989. A Formação Social da Mente. Martins Fontes, São Paulo.
79. VYGOTSKY, L.S. 1989. Pensamento e Linguagem. Martins Fontes, São Paulo. CASTORINA, J.A et alii. 1997.
80. WENECK, H. 1993. Se Você Finge que Ensina, Eu Finjo que Aprendo. Vozes, Petrópolis.
81. WERNECK, H. 1995. Prova. Provão - Camisa de força da educação. Vozes, Petrópolis.
82. WERNECK, H. 1997. Ensinamos Demais, Aprendemos de Menos. Vozes, Petrópolis.
83. WERNECK, H. 1998. Assinei o Diploma com o Polegar – A construção da cidadania na escola. Vozes, Petrópolis.
84. WILSON, E.O. 1978. On Human Nature. Harvard University Press, Cambridge.
85. WILSON, E.O. 1998. Consilience – The unity of knowledge. Alfred A. Knopf, New York.
86. WINOGRAD, T./FLORES, F. 1986. Understanding Computers and Cognition – A new foundation for design. Ablex Publishing Corporation, New Jersey.

CONFERÊNCIA 2

ACCESSING THE WORLD OF SCIENCE FROM YOUR P.C.: THE BRITISH OPEN UNIVERSITY'S EXPERIENCE

*Dr. Denise Whitelock
Open University*

(sem resumo)

PALESTRAS

P1: Mecânica Quântica: epistemologia e história
Olival Freire Júnior - IF/UFBA

P2: Ensino de Astronomia: desafios e perspectivas
Silvia H. Becker Livi - IF/UFRGS

P3: Modelos Mentais
Marco Antônio Moreira - IF/UFRGS

P4: O uso da Internet nas aulas de Física Básica
Nilo Makiuchi - IF/UnB

P5: O ensino de Física Introdutória na universidade
Miguel Angelo Gregório - IF/UFRJ

**P6: O Ensino de Física na próxima década a partir de uma análise da
História da Ciência**
João Zanetic - IF/USP

**P7: Modelos e realidade no conhecimento científico: limites da
abordagem construtivista**
Maurício Pietrocola - Depto. Física/UFSC

PALESTRA PI: MECÂNICA QUÂNTICA: EPISTEMOLOGIA E HISTÓRIA

Olival Freire Jr.

Instituto de Física – UFBA – freirejr@ufba.br

Pretendo examinar quais as contribuições que a epistemologia e a história da física podem trazer para a difusão da teoria quântica, entendendo por difusão especialmente o seu ensino no ciclo básico dos cursos universitários, na formação dos professores de física, os nossos colegas licenciados, e mesmo no ensino de Física no segundo grau. Quero portanto focar aqui o público que possivelmente não terá outro contato em ensino formal com esta teoria física. Restringindo ainda mais a questão, pergunto: que lições podemos extrair, apoiados na história e na epistemologia, dos 70 anos de controvérsias sobre a interpretação e os fundamentos, que sejam relevantes para a divulgação e o ensino desta teoria? Antecipo a opinião de que há muita física a aprender com a controvérsia dos quanta, e também há muito a aprender sobre a física.

O ponto de partida da minha reflexão é a constatação de que somos contemporâneos de uma controvérsia científica inconclusa. É verdade que se trata de uma controvérsia *sui generis*, porque ela coexiste com um amplo e crescente consenso sobre o uso do formalismo da teoria, e mesmo um consenso quase unânime de que ela é a teoria física mais precisa e mais fundamental que dispomos. Observo aqui que esta coexistência de controvérsia e consenso nos impossibilita acomodar a história da teoria quântica pós 1927 nos marcos da concepção de T. S. Kuhn de alternância entre períodos de revolução científica e períodos de ciência normal. A controvérsia na teoria quântica persiste porque segmentos da comunidade dos físicos têm posição diferenciada face a uma série de problemas e porque uma parcela mais expressiva reconhece a existência de problemas sem solução satisfatória.

O reconhecimento da existência de uma controvérsia inconclusa nos leva de imediato a uma constatação e a uma pergunta. É forçoso constatar que não sabemos como difundir uma teoria científica quando persistem controvérsias sobre alguns de seus aspectos; mas, face à controvérsia, o que deve ser divulgado e ensinado da teoria quântica?

De inicio penso que deve ser difundida a própria existência da controvérsia. Joga-la debaixo do tapete não é uma boa sugestão. Ineficaz e antipedagógica. Sua divulgação poderia nos ensinar não só ciência, no caso a teoria quântica, como muita coisa sobre a ciência, especialmente sobre relações indissolúveis entre ciência e filosofia, mas também sobre as relações destes dois campos do conhecimento com a esfera da ideologia e da política. A história da controvérsia pode nos ensinar também o valor da crítica na ciência para o seu próprio esclarecimento e desenvolvimento, afinal hoje existem propriedades quânticas, como a não-localidade e a descoerência, que passamos a conhecer precisamente como fruto da controvérsia continuada. Com a história desta controvérsia podemos aprender algo também sobre os critérios de decisão que os cientistas adotam face a controvérsias científicas; podemos, portanto, aprender coisas sobre a dinâmica da construção da ciência.

Resta, contudo, o problema mais delicado: como difundir a teoria quântica e a controvérsia sobre sua interpretação e seus fundamentos? Fazendo uma ‘suspensão de juízo’ sobre todos os temas sobre os quais incidam a controvérsia? Se adotarmos esta postura o que restará da teoria quântica? Restará aquilo que Michael Redhead chamou de *interpretação instrumentalista mínima*, a junção do *algoritmo de quantização* com o *algoritmo estatístico*, ou seja, seu formalismo matemático e relações entre o formalismo e dados experimentais. Deve se notar que a controvérsia incide sobre diversificados aspectos da teoria quântica, a exemplo da descrição probabilista (contraposta à existência de interpretações deterministas como a das variáveis escondidas), dualidade onda-partícula (complementaridade, ou onda e partícula, ou apenas partículas, ou apenas ondas?), não-localidade, etc. Uma teoria quântica isenta de todos seus elementos interpretativos, feita uma assepsia total dos seus aspectos controversos, seria algo inodoro, sem atrativos conceituais e epistemológicos, e de discutível valor na formação dos licenciados em física ou para o ensino em níveis mais básicos. Seria, contudo, mesmo assim, um instrumento eficaz para a produção da física, que não é o aspecto do qual nos ocupamos agora. Por outro lado, apresentar em pé de igualdade todas as posições concernentes a todos os aspectos sob controvérsia não parece uma postura razoável e plausível. Aqui está uma questão, me parece, onde a história e a epistemologia podem nos ajudar a tomar decisões concernentes ao ensino e à divulgação de uma dada disciplina científica.

Não devemos resvalar para uma posição empirista e difundir apenas os conceitos ou teorias que derivem diretamente da experiência, pois isto nos levará a um beco sem saída. “A exigência de tão-somente admitir teorias que decorram dos fatos deixa-nos sem teoria alguma”, anota Feyerabend¹ retomando a crítica ao empirismo que começa com Hume. Do conjunto de resultados experimentais destes cem anos de teoria quântica não se pode deduzir nenhum conceito ou teoria, pois há um *gap lógico* entre estes dados e os conceitos e teorias. Teorias como interpretações de formalismos matemáticos igualmente incluem componentes filosóficos além da mera interpretação de dados empíricos, como Max Born lembrava a Léon Rosenfeld². Conceitos e teorias da Física são livres criações humanas, a experiência pode, no máximo, sugerir caminhos, como afirmava Einstein. Não devemos, contudo, ir para um relativismo extremado e afirmar que todas as teorias, ou interpretações, que não tenham sido refutadas pelos dados empíricos (independente de quão problemática seja esta afirmativa), são igualmente equivalentes. Ao adotarmos uma postura realista,

como a de Chalmers³, afirmando que a física “encerra o objetivo de estabelecer generalizações [teóricas] aplicáveis ao mundo físico”, e que seu êxito deve ser avaliado em função da sua capacidade de se aproximar deste objetivo, devemos ousar examinar a história deste século de teoria quântica, extraíndo aspectos conceituais e interpretativos que devam ser valorizados na difusão da teoria quântica, incluindo aspectos que são ainda objeto de contestação, [ao lado da difusão da própria existência da contestação]. Em especial devemos perguntar: qual Física temos aprendido como decorrência da controvérsia e não de seu desenvolvimento menos problemático? Como conjecturas, carecendo de maior exame e aprofundamento, sugiro incluir entre tais questões as seguintes:

1 - A teoria quântica introduziu na física, pela primeira vez, descrições probabilistas como descrições fundamentais, não reduutíveis a descrições ainda mais básicas. De modo mais preciso ela quebrou o ideal do determinismo laplaciano como modo de determinismo próprio à física. Ao lado da teoria quântica, e independente dela, a teoria dos sistemas dinâmicos limitou fortemente o conceito de previsibilidade nas teorias da física. Aqui deve ser dito que há uma formulação alternativa determinista para a teoria quântica, a teoria de variáveis escondidas de David Bohm, e que não há resultados experimentais que invalidem ou que criem dificuldades para esta formulação. Contudo, como o próprio Bohm reconheceu no seu ‘*Causality & Chance in Modern Physics*’, a lição epistemológica mais geral a ser extraída é que tanto teorias deterministas quanto teorias probabilistas podem se apresentar como candidatas ao estatuto de teorias físicas fundamentais, tudo dependendo do domínio e da natureza dos fenômenos considerados. É importante registrar que a própria crítica à interpretação usual (da complementaridade) deslocou-se de uma ênfase inicial na quebra do determinismo para outros aspectos daquela interpretação. O caso de Mário Bunge, físico e filósofo argentino é interessante neste sentido, pois Bunge no início dos anos 50 aderiu à interpretação causal proposta por David Bohm, tendo trabalhado com ele na Universidade de São Paulo, mas posteriormente mudou o foco de sua crítica à interpretação usual, concentrando-se em uma crítica ao papel adquirido pelo observador naquela interpretação.

2 - A teoria quântica implica que sistemas correlacionados quanticamente, a exemplo de sistemas que interagem e se separam espacialmente, mantém esta correlação mesmo que separados no espaço-tempo. Esta consequência da teoria foi primeiro apontada por Einstein, em 1935, que considerou-a um sinal de insuficiência da teoria. Na década de 60 Bell traduziu a exigência einsteiniana de independência de sistemas que estão separados espacialmente em um critério bem definido matematicamente que denominou de localidade. Bell mostrou também que as previsões da teoria quântica não se adequavam a esta exigência. Diversos experimentos têm sido realizadas desde então com resultados que corroboram a teoria quântica, dos quais o mais significativo, pela sua precisão à época e pela sua repercussão na comunidade científica foi aquele realizado por Aspect e sua equipe em Paris.

A afirmativa anterior poderia ser contestada por aqueles que, partindo do fato de que nesses experimentos estão envolvidos, além dos resultados de Bell, hipóteses adicionais, são de opinião que os resultados experimentais desfavoráveis devem ser debitados na responsabilidade das hipóteses adicionais e não na exigência einsteiniana da localidade, chegando à conclusão de que tais experimentos não são de maneira alguma conclusivos. Ora, Pierre Duhem nos alertava, desde o início do século, que não existem experimentos cruciais na Física, porque os experimentos testam sempre uma previsão teórica e um conjunto de hipóteses teóricas suplementares⁴. É ilusão portanto esperar por um experimento que teste sem nenhuma ambigüidade o conflito entre a localidade e a não-localidade. Aqui a análise epistemológica e histórica do problema é insubstituível. A não-localidade é propriedade que decorre diretamente do formalismo matemático da teoria quântica, o qual tem sido submetido a testes diversificados, e não só aqueles relacionados à não-localidade. É sintomático que a mais bem sucedida interpretação rival da complementaridade, a das variáveis escondidas, que apresenta uma equivalência empírica quase total face à teoria quântica, apresente a mesma propriedade da não-localidade. Concordo, portanto, com a análise de Paty, que a não-localidade se converteu em um fato, no sentido de “uma propriedade física dos sistemas quânticos”, devido a sua “inscrição no formalismo e corroboração pela experiência”⁵. Valorizar a propriedade da não-localidade na divulgação da teoria quântica não nos isenta de colocar em evidência as dificuldades interpretativas que ela acarreta. Ela não representa uma violação da relatividade restrita mas ela evidencia que a descrição dos fenômenos quânticos não pressupõe uma arena do espaço-tempo para o acontecimento destes fenômenos. Reconhecer a não-localidade implica, portanto, em reconhecer que as relações entre a teoria quântica e a geometria, ou entre aquela teoria e o contínuo espaço-tempo, ainda demandam um maior esclarecimento.

3 - A descrição fornecida pela teoria quântica para a interação entre sistemas quânticos simples, e sistemas macroscópicos como aparelhos de medida, pode levar a uma superposição coerente de auto-estados macroscópicos, ou seja, a teoria quântica prevê que sistemas macroscópicos podem exibir superposições típicas de fenômenos quânticos. J. von Neumann parece ter sido o primeiro a colocar isto em evidência, no início dos anos 30. Schrödinger, em 1935, mostrou com o seu ‘paradoxo do gato’ que tal conclusão era inaceitável. Ora, foi precisamente a continuidade da controvérsia sobre o problema da medição que levou a desenvolvimentos, nos marcos da própria teoria quântica, que mostraram que a interação entre o sistema mais o aparelho de um lado, e o meio ambiente de outro, sendo este último expresso por sistemas com um número muito grande de graus de liberdade, destruirá em intervalos de tempo muito pequenos aquela superposição⁶.

Aqui deve ser dito que a Física brasileira tem tido participação relevante nestes esclarecimentos, tanto com o trabalho de Amir Caldeira, quanto com o trabalho de Luís Davidovich, que foi um dos autores, em 1996, da proposta do sutil experimento onde se observou, no intervalo de tempo previsto pela teoria, a destruição da superposição coerente de estados macroscópicos. A compreensão deste efeito lança luzes para a compreensão de um problema mais geral, o da relação entre sistemas microscópicos e sistemas macroscópicos, ainda que uma compreensão exaustiva do problema da medição não tenha sido atingida⁷.

Embora os primeiros experimentos significativos neste terreno tenham sido realizados há menos de três anos, o Professor Moysés Nussenzveig acaba de nos demonstrar que não precisamos esperar muito para incluir este problema no ensino de Física básica, introduzindo no 4º volume de seu *Curso de Física Básica*, uma discussão sobre a interpretação da mecânica quântica, abrangendo a descoerência e a não-localidade. Do mesmo modo é alvissareiro que Halliday, Resnick & Walker tenham incluído na quinta edição de seu *Fundamentals of Physics*, publicado em 1997, uma referência ao experimento EPR e seus testes experimentais.

4 – Decorridos 70 anos desde o anúncio da interpretação da complementaridade por Niels Bohr, e mais de 40 anos de um período de maior ceticismo face a esta interpretação, portanto um período de maior exame crítico; continua atual a necessidade de desembaraçar esta interpretação de suas ambições filosóficas e de sua roupagem positivista e observationalista. Acredito haver um ‘núcleo duro’ na complementaridade que tem resistido bem às críticas. Trata-se da tese que a principal inovação conceitual da teoria, o ‘postulado quântico’ na expressão de Niels Bohr, reside na afirmação de Planck da existência de um quantidade mínima de ação, expresso na constante que hoje leva seu nome. Ora, é este *quantum de ação* o responsável pela complementaridade entre grandezas canonicamente conjugadas; da qual decorre a complementaridade entre ondas e partículas. Sendo assim a divulgação da Física Moderna deveria destacar a centralidade da grandeza ação, e do seu quantum mínimo, ainda que um estudante de Física, ou de Engenharia, só tenha contato com esta grandeza em cursos mais avançados de Mecânica ou em cursos de Mecânica Analítica. Que isto é possível, está bem demonstrado no livro de Lévy-Leblond e Balibar – *Quantics – Rudiments*, dirigido precisamente a alunos de ciências ou engenharias em um curso básico de Física. Os autores dedicam o primeiro capítulo à discussão do ‘regime quântico’ com o objetivo de estabelecer o limite de validade da física clássica e a necessidade de uma física quântica, sugerindo como ‘o critério quântico’ saber se a ação envolvida é da ordem de grandeza da constante de Planck; concluindo que caso seja bem maior o fenômeno se presta ao tratamento clássico. Até aqui nenhuma novidade conceitual, a inovação didática é o cálculo da ação associada a certos fenômenos usando simplesmente a Análise Dimensional e a identificação das variáveis relevantes para o estudo do fenômeno em tela. Só teríamos a ganhar se na divulgação da teoria quântica não limitássemos a expressão ação para indicar a dimensão da constante de Planck.

Concluo, resumindo, a controvérsia sobre a interpretação da teoria quântica tem nos ensinado a compreender melhor as implicações físicas da própria teoria, a exemplo da não-localidade e da transição coerência – descoerência, além de ser um ótimo ‘exemplar’ para o estudo da natureza deste produto humano, a ciência.

¹P. Feyerabend – *Contra o método*, Francisco Alves, Rio de Janeiro, 1977, p. 87.

²“I think I know what you mean by saying that the complementarity attitude is not metaphysics, about which one could be of different opinion, but straight-forward interpretation of empirical facts. But I cannot quite agree to this. If the situation is carefully analysed a lot of non-empirical intermediate steps are easily discovered which one could call metaphysical”. Carta de Max Born a Léon Rosenfeld, 28.01.1953. (Rosenfeld Papers, Niels Bohr Archive).

³A. Chalmers – *A fabricação da ciência*, Editora UNESP, São Paulo, 1994, p.57.

⁴Pierre Duhem – Algumas reflexões acerca da Física experimental, *Ciência e Filosofia*, 4, 87-118, 1989.

⁵Michel Paty – La non-séparabilité locale et l’objet de la théorie physique, *Fundamenta Scientiae*, 7(1), 47-87, 1986, esp. p.54.

⁶Para uma apresentação da teoria e dos experimentos sobre o fenômeno da descoerência, ver L. Davidovich – *Ciência Hoje*, 24(143), 1998, 26-35; e S. Haroche, *Physics Today*, 51, July 1998, 36-42.

⁷O. Pessoa Jr. – How can the decoherence approach help to solve the measurement problem?, *Synthèse*, 113(3), 323-46, 1997-8.

PALESTRA P2: ENSINO DE ASTRONOMIA: DESAFIOS E PERSPECTIVAS

Profª Silvia Becker Livi

Departamento de Astronomia do Instituto de Física da UFRGS

silvia@if.ufrgs.br

Aceitei o gentil convite para ministrar esta palestra, cujo título foi proposto pelos organizadores do simpósio, pensando compartilhar meus anseios por um melhor ensino de Astronomia. Iniciarei apresentando algumas características que identificam a Astronomia e a distinguem das demais ciências, desde sua origem.

- A Astronomia é citada em muitos textos como a mais antiga ciência, pois apenas alguns ramos da Matemática seriam igualmente remotos. Desde o início, a Astronomia se desenvolveu em conjunção com a Matemática. A trigonometria, por exemplo, foi criada por astrônomos. Como as “posições” das estrelas no céu só podem ser identificadas através de ângulos, medidas angulares são essenciais. A circunferência foi dividida em 360 graus pois esse é o número de dias que se atribuía ao ano naquela época.

- O movimento dos astros parece regular e uniforme, sempre circular. As estrelas “fixas” mantêm um movimento circular simples; as “errantes” ou planetas, que se deslocam em relação às fixas, teriam uma composição de diversos movimentos circulares uniformes. Esse sistema, baseado na mais perfeita forma matemática, o círculo, foi reforçado por Platão e Ptolomeu e se manteve como o ideal dos astrônomos até Copérnico, inclusive. Para ajustar os movimentos observados foram propostos diversos mecanismos, geralmente com a Terra no centro, e usando várias técnicas.

- Os astros são inacessíveis e se comportam de modo distinto dos corpos que costumamos observar no ambiente terrestre, não apenas por seu movimento. São imperceptíveis modificações no brilho e posição angular relativa das estrelas, organizadas em constelações aparentemente invariáveis. Na classificação proposta por Aristóteles, a matéria que formava os corpos celestes era considerada imutável, de natureza diferente da existente na Terra. Portanto, quaisquer eventos observados no céu que indicavam alterações intrínsecas, como os cometas, eram considerados “sublunares”, isto é, eram atribuídos a objetos ou fenômenos atmosféricos e, portanto, corruptíveis e variáveis como os demais corpos terrestres.

- Embora os conceitos acima referidos pareçam alienar os astros do ambiente terrestre, sabemos que, desde os primórdios da humanidade, foram reconhecidas as relações entre os astros e eventos do nosso cotidiano, como o ciclo diurno do movimento do Sol (dia e noite) e as variações da trajetória do Sol no céu (estações do ano), que regulam os ciclos de vida na Terra. Com base neles foram feitos os calendários, que também levavam em conta as fases da Lua, definindo as atividades civis e religiosas. O tempo, portanto, tem suas raízes na Astronomia.

- Os astros são usados para orientação de diversas aves e outros animais. Imaginamos que os primitivos hominídeos também teriam observado os astros, reconhecido seus padrões, utilizando-os para se orientar e, finalmente, transmitido para outros essa habilidade.

- Paralelamente aos modelos matemáticos, havia a mitologia, associada às constelações e aos planetas, baseada nas relações com os eventos locais na época do aparecimento dessas constelações, no seu aspecto e como recurso mnemônico para navegadores e agricultores. Esses mitos tentavam dar uma explicação para o aspecto do céu e seus fenômenos.

- Desenvolveu-se, também, a cosmologia, especulação e elaboração sobre a constituição e estrutura do Universo. O próprio nome “cosmos” (ordem, harmonia), já envolve o conceito de que o Universo é organizado segundo regras que podemos tentar desvendar. Era originalmente parte da Filosofia (ainda encontramos essa classificação nas bibliotecas de Filosofia). Hoje, entretanto, os filósofos não mais consideram poder contribuir nessa área, que se desenvolve com técnicas observacionais e métodos matemáticos muito elaborados.

Os modelos se sucederam, desde os mitos, passando pelos que supunham a Terra estática e no centro, como os de Platão, Aristóteles e Ptolomeu; os centrados no Sol, como os de Copérnico e Kepler, até o reconhecimento de que o Sistema Solar não deve ser único e sequer sua posição é privilegiada.

Mas, para chegar a vislumbrar tais possibilidades, foi essencial conceber que os objetos celestes são constituídos pelos mesmos elementos e seguem as mesmas leis básicas que deduzimos para os corpos na Terra, que podem ser testados e examinados através de experimentos (físicos e químicos). Galileu, usando suas observações com o telescópio, encontrou evidências que julgou suficientes para derrubar o antigo sistema aristotélico. Mas foi através da espectroscopia que se pode conferir que os elementos identificados nos astros ocorriam também na Terra. Com ela, também se pode verificar que alguns objetos nebulosos são nuvens de gás, mas outros são imensos aglomerados de estrelas.

Já em suas primeiras observações telescópicas, Galileu encontrara um impressionante número de estrelas na região da Via Láctea. Ela corresponde a um imenso aglomerado de estrelas, gás e poeira, distribuídas em um disco muito achataido, que foi denominado “a Galáxia”. Mas só neste século ficou estabelecido que existem muitas outras galáxias, em número semelhante ao de estrelas da nossa galáxia, avaliado hoje em cem bilhões de estrelas. Edwin Hubble, a partir de observações, determinou, em 1930, que, nas galáxias mais distantes, o deslocamento no comprimento de onda das linhas do espectro era sempre para o vermelho e proporcional à distância da galáxia à Terra. Deslocamentos semelhantes, que afetam todas as linhas espectrais, tanto para o azul quanto para o vermelho (comparado com o dessas linhas medidas em repouso nos laboratórios), há haviam sido observados em estrelas, sendo constantes em alguns casos, porém variáveis em outros. A interpretação como efeito Doppler-Fizeau, isto é, devido ao movimento relativo entre essas estrelas e a Terra, abriu uma importante área de investigação, permitindo que se obtivesse a velocidade radial das estrelas. As linhas do espectro de algumas estrelas tinham variações cíclicas compatíveis com a interpretação de ser efeito Doppler gerado por variações de velocidade de duas estrelas, uma gravitando em torno da outra. Nesses casos de sistemas binários surge a possibilidade de inferir a relação entre as massas das estrelas, o tamanho de suas órbitas e outras, medindo a razão entre os deslocamentos das linhas, mesmo se o telescópio usado sequer possui resolução angular suficiente para permitir a visão de duas estrelas.

O efeito Doppler não foi contestado para explicar o que ocorria com as estrelas, até porque, quando telescópios mais potentes eram usados, o par de estrelas acabava sendo detectado. No caso das galáxias, se o

deslocamento para o vermelho (“redshift”) das linhas, que se observava aumentar com a distância das galáxias, fosse gerado por efeito Doppler, a sua velocidade de afastamento aumentaria na proporção de sua distância. Esse contexto, de expansão em larga escala, feria o princípio do Universo ser, em grande escala, invariável no tempo, como geralmente era aceito em Cosmologia. Foram tentadas outras interpretações, inclusive a de que o aspecto geral do Universo (sua densidade, por exemplo), se manteria devido à contínua criação de matéria, que iria preenchendo os vazios decorrentes da expansão entre as galáxias.

Atualmente é geralmente aceito o contexto do “Big Bang”, isto é, a suposição que o Universo iniciou em uma espécie de super explosão, a partir de um estado de imensa condensação e altíssima temperatura, tão grande que, nos instantes iniciais, todas as leis da Física falham, impedindo qualquer conhecimento sobre épocas anteriores. O movimento de afastamento mútuo, iniciado há cerca de 12 a 15 bilhões de anos, se mantém a despeito da ação da gravidade. Na medida que a temperatura foi diminuindo, as partículas foram sendo formadas, inicialmente em uma “sopa” de quarks (partículas nunca observadas cuja carga elétrica é uma fração da do elétron e que, em grupos de 3, formariam os prótons, os nêutrons e outras que se observam), elétrons e neutrinos. Depois se combinaram gerando os prótons (p , futuros núcleos de H) e os nêutrons (n), os quais se agregaram para formar o deutério ($p+n$) e as partículas alfa ($2p+2n$, futuros núcleos de hélio), além de poucos núcleos de elementos leves, como tritio ($3p$) e o lítio. Mas, embora os proponentes originais do Big Bang pensassem que todos os elementos químicos conhecidos poderiam ser gerados logo a seguir, os oponentes desta teoria conseguiram demonstrar que os elementos mais pesados que o lítio, como o carbono, boro, magnésio e quase todos os demais, foram gerados muito mais tarde, pois são processados no interior das estrelas. Elas se formaram em grandes aglomerações, as galáxias.

A cosmologia é o ramo mais instigante, atraindo muitas perguntas, tanto dos jovens quanto dos adultos. (Quem examinou os livros a venda neste Simpósio, talvez tenha notado uma significativa proporção de livros de Astronomia, especialmente os que abordam esses assuntos. Na platéia alguém informou que eles foram muito vendidos).

Não é apenas a inacessibilidade que torna os astros “misteriosos” e fascinantes e atrai a curiosidade. Precisamos exercitar a imaginação para conceber características tão distintas, desvendadas com técnicas tão variadas. Embora contenham os mesmos elementos da Terra, os astros possuem condições extremas. Há, por exemplo, estrelas cujas atmosferas são mais ténues que o melhor vácuo dos laboratórios terrestres, bem como as que se transformam em objetos tão densos que nem a luz deles escapa (os buracos negros). Físicos, portanto, devem testar suas teorias, verificando se permanecem válidas nas condições extremas existentes nos astros. Muitas vezes, não se consegue interpretar o que está ocorrendo nas estrelas, porque os processos físicos correspondentes são totalmente desconhecidos. Isso ocorreu com a energia do Sol, após estar estabelecida a lei de conservação, porque as reações nucleares que geram essa energia eram desconhecidas na época. Atualmente, entendemos que ocorre no centro do Sol a transformação de 4 núcleos de hidrogênio em um núcleo de hélio 4 e a diferença de massa é liberada como energia.

A descrição da estrutura do Sol e das demais estrelas e os modelos que permitem calcular as etapas de evolução das mesmas, foram resultado do entrelaçamento de diversas disciplinas, como hidrostática, termodinâmica, física nuclear e astrofísica observational, especialmente com técnicas fotométricas, espectroscópicas e computacionais. A pirâmide de métodos observational e a rede de considerações teóricas necessárias para estudar a estrutura e evolução das estrelas torna essa uma das áreas mais fascinantes. Que ocorre se for formada uma estrela de massa bem menor (ou maior) que a do Sol? Já que no Sistema Solar existem planetas, inclusive a Terra, onde evoluiu vida inteligente, seria possível prever a possibilidade de haver vida em outras estrelas? Esse tema foi desenvolvido como atividade interdisciplinar capaz de atrair o interesse de estudantes de todos os níveis do ensino, num projeto que preparou material para estudantes de 8 a 16 anos e agregou cientistas do projeto SETI (Search for ExtraTerrestrial Intelligence) e professores (Billinghan et al., 1998).

Vemos que a Astronomia leva facilmente a uma abordagem interdisciplinar. Nesse sentido, apresento algumas experiências que visitei em Porto Alegre:

No Colégio Anchieta, acompanhei a atividade elaborada pelo professor Luiz Carlos Gomes, de Física, junto à disciplina Ciências, para alunos de terceira série, após um mês de estudo de Astronomia. A professora comparecia com seus alunos, por cerca de uma hora, à sala usada para atividades de Física, escurecida e especialmente preparada, com painéis em toda a volta, representando as constelações. Os alunos eram instruídos a se mover e observar diversas situações preparadas pelo professor de Física, que os questionava sobre os fenômenos representados. Iluminando bolas de isopor foram ilustradas as fases da lua e os eclipses; com globos foram discutidas as estações do ano. A mudança das estrelas que se observam ao longo do ano, em Porto Alegre, foi vista andando em volta e olhando os painéis. Ao final, os alunos fizeram livremente as perguntas que surgiram ao estudarem o assunto, ou como consequência da exposição e discussão durante a atividade. Os temas das perguntas foram bastante variados. Ouso dizer que surgiram questões em todas as áreas que apresentei no início. Eles pareceram muito interessados, tanto na atividade quanto na discussão final. Pude perceber que as próprias professoras demonstravam bastante interesse. Em geral, professoras de séries iniciais tem grande dificuldade para ensinar Astronomia. Com esse projeto, que já vem ocorrendo em anos anteriores, elas acompanham seus alunos para uma discussão com um “especialista”, numa sala especial, aprendendo junto com eles. Todas as turmas dessa série da escola são atendidas nessa atividade, mas não há continuidade nas séries seguintes. Aparentemente, o estudo de Astronomia na quinta série, apresentado em Geografia, tem poucos atrativos. Embora muitos professores de Geografia reconheçam e até tentem explorar o interesse dos alunos por Astronomia, a maioria têm dificuldades. Não

é raro encontrar livros com desenhos que os alunos não conseguem interpretar em três dimensões ou interpretam errado. Atividades como descrevi sanam esses problemas.

No Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, na quinta e sexta séries, os alunos formam grupos para desenvolver temas do seu interesse e, após alguns meses de estudo, elaboram uma página para a rede (Internet). Em todos os anos, alguns grupos escolhem temas de Astronomia. O projeto, que tem o sugestivo nome de “Amora”, é essencialmente interdisciplinar, pois se desenvolve independentemente das disciplinas e os alunos são acompanhados por professores de diversas áreas.

No Colégio Estadual Julio de Castilhos, o Clube de Astronomia foi criado como complemento das atividades de Física, compensando o laboratório muito “estruturado”. Conseguimos material para ampliar o âmbito do Clube, atingindo também a Geografia, durante o período em que tivemos apoio do Projeto Capes/PADCT/ SPEC. Depois, com a crise de professores no ensino estadual, não houve condições de manter o Clube.

Para bem ensinar Astronomia é necessário um esforço no atendimento aos professores envolvidos - de Geografia, Ciências, Física e Biologia. Porém, pela natureza dos métodos e conceitos básicos necessários para desenvolver os temas recém referidos, deveremos contar especialmente com os professores de Física. Para isso sugiro que os professores habilitados a ensinar Astronomia sejam aproveitados, não apenas ministrando aulas de Astronomia nas disciplinas pelas quais são responsáveis, mas, também, auxiliando os demais professores em atividades de ensino de Astronomia.

Creio que esse é o motivo que torna o SNEF um fórum privilegiado na discussão do ensino de Astronomia. A atração que a Astronomia exerce sobre os jovens pode ser aproveitada para levá-los a se interessar mais pelo estudo de Física no nível médio e até nos cursos de Física de nível superior, caminho quase obrigatório para a pós-graduação em Astronomia. Entretanto, o objetivo do ensino de Astronomia não deve ser levar à formação de astrônomos. Aliás, a posição de alguns educadores (Bower) quanto ao ensino de Astronomia, é de que sequer devemos forçar os alunos a responder “corretamente”, isto é, apresentar os modelos que aceitamos atualmente. O valor da Astronomia estaria em possibilitar que eles criem seus próprios modelos e os testeem frente às observações; explorem suas próprias concepções e confrontem com as que foram elaboradas por diversos povos. A Astronomia também apresenta modelos que são contraintuitivos e, a despeito disso, mais elegantes e profícuos, como os que supõe a Terra girando em torno do Sol. Seu papel mais importante seria desenvolver as habilidades intelectuais e científicas, através da geração de modelos e seu confronto com dados observacionais, explorando inclusive explicações contraintuitivas e suas consequências. Devemos fornecer ao aluno a oportunidade de considerar seu lugar no Cosmos e como ele e os cientistas, ao longo do tempo, podem descobri-lo.

Billinghan, J., DeVore, E., Milne, D., O'Sullivan, K., Stoneburner, C. e Tarter, J. *The life in the Universe Series*. In: Gouguenheim, L., McNally, D. e Percy, J. R. *New Trends in Astronomy Teaching*. Cambridge University Press, 1998.

Bower, James, 1998, comunicação privada.

PALESTRA P3: MODELOS MENTAIS

*Marco Antonio Moreira
Instituto de Física, UFRGS
Caixa Postal 15051
91501-970 Porto Alegre, RS
moreira@if.ufrgs.br*

Introdução

Representações internas, ou *representações mentais*, são maneiras de “re-presentar” internamente o mundo externo. As pessoas não captam o mundo exterior diretamente, elas constroem representações mentais (quer dizer, internas) dele.

Em princípio, pode-se distinguir entre representações mentais *analógicas e proposicionais*. A imagem visual é o exemplo típico de representação analógica, mas há outras como as auditivas, as olfativas, as tácteis.

As *representações analógicas* são não-discretas (não-individuais), concretas (representam entidades específicas do mundo exterior), organizadas por regras frouxas de combinação e específicas à modalidade através da qual a informação foi originalmente encontrada (Eisenck e Keane, p. 184).

As representações proposicionais são discretas (individuais), abstratas, organizadas segundo regras rígidas e captam o conteúdo ideacional da mente independente da modalidade original na qual a informação foi encontrada, em qualquer língua e através de qualquer dos sentidos (*ibid.*). Estas representações são “*tipolínguagem*”, mas trata-se de uma linguagem que não tem a ver com a língua nem com a modalidade de percepção, é uma linguagem da mente que poderíamos chamar de “*mentalês*”. Representações proposicionais não são frases em uma certa língua. São entidades individuais e abstratas formuladas em linguagem própria da mente.

Há psicólogos cognitivos para os quais a cognição deve ser analisada exclusivamente em termos de representações proposicionais, ou seja, não há necessidade de supor que as imagens são um tipo especial, separado, de representação mental. Para estes, “os proposicionalistas”, as imagens podem ser reduzidas a representações proposicionais; seriam também processadas no “mentalês”. Mas existem outros, os “imagistas” que não aceitam esta posição.

A questão imagens/proposições é polêmica na Psicologia Cognitiva. Há defensores ferrenhos de ambas posições. Mas há também uma terceira via, uma síntese, uma terceira forma de construto representacional, chamada *modelos mentais*, proposta por Johnson-Laird (1983).

Para ele, *proposições* são representações de significados, totalmente abstraidas, que *são verbalmente expressáveis*. O critério de expressibilidade verbal distingue Johnson-Laird de outros psicólogos cognitivos (Sternberg, 1996, p.181). *Imagens* são representações bastante específicas que retêm muitos dos aspectos perceptivos de determinados objetos ou eventos, vistos de um ângulo particular, com detalhes de uma certa instância do objeto ou evento. *Modelos mentais* são representações analógicas, um tanto quanto abstraidas, de conceitos, objetos ou eventos que são espacial e temporalmente análogos a impressões sensoriais, mas que podem ser vistos de qualquer ângulo (e aí temos imagens!) e que, em geral, não retêm aspectos distintivos de uma dada instância de um objeto ou evento (*ibid.*).

Por exemplo, a situação “o quadro está na parede” poderia ser representada mentalmente como uma proposição (porque é verbalmente expressável), como um modelo mental (de qualquer quadro em qualquer parede, possivelmente prototípicos) ou como uma imagem (de um quadro em particular em uma certa parede).

Modelos mentais, proposições e imagens

Johnson-Laird sugere que as pessoas racionam com modelos mentais. Modelos mentais são como blocos de construção cognitivos que podem ser combinados e recombinação conforme necessário. Como quaisquer outros modelos, eles representam o objeto ou situação em si; uma de suas características mais importantes é que sua estrutura capta a essência (se parece analogicamente) dessa situação ou objeto (Hampson e Morris, 1996, p. 243).

Um modelo mental é uma representação interna de informações que corresponde analogamente com aquilo que está sendo representado.

A analogia pode ser total ou parcial, isto é, um modelo mental é uma representação que pode ser totalmente analógica ou parcialmente analógica e parcialmente proposicional (Eisenek e Keane, 1994, p. 209). Quer dizer, um modelo mental pode conter proposições, mas estas podem existir como representação mental, no sentido de Johnson-Laird, sem fazer parte de um modelo mental. Contudo, para ele, as representações proposicionais são interpretadas em relação a modelos mentais: uma proposição é verdadeira ou falsa em relação a um modelo mental de um estado de coisas do mundo. As imagens, por sua vez, correspondem a vistas dos modelos.

Portanto, na perspectiva de Johnson-Laird, representações proposicionais são cadeias de símbolos que correspondem à linguagem natural, modelos mentais são análogos estruturais do mundo e imagens são modelos vistos de um determinado ponto de vista (1983, p. 165).

Segundo ele, os modelos mentais e as imagens são representações de alto nível, essenciais para o entendimento da cognição humana (Eisenek e Keane, 1994, p. 210). Ainda que em seu nível básico o cérebro humano possa computar as imagens e os modelos em algum código proposicional (o “mentalês”), o uso destas representações liberta a cognição humana da obrigação de operar proposicionalmente em “código de máquina”. Estas representações de alto nível podem ser comparadas às linguagens de programação dos computadores. Em última análise, o computador trabalha em um código binário, mas o programador não: ele usa linguagens de alto nível que lhe permitem pensar sobre o que o computador tem que fazer usando o código binário. As linguagens de programação de alto nível são traduzidas pelos computadores em códigos binários quando compiladas. Analogamente, as imagens e os modelos mentais poderiam ser traduzidos pela mente em algum código proposicional semelhante ao do código binário. A metáfora do computador, a mente como um sistema de cálculo, é um credo fundamental da psicologia cognitiva, mas isso não significa que a mente opere necessariamente em um código binário. A mente tem um código próprio, o “mentalês”, que não é consciente, ao qual não temos acesso e nem precisamos ter pois operamos muito bem com proposições, imagens e modelos mentais (todos no sentido de Johnson-Laird).

Modelos mentais

Suponhamos que a um grupo de pessoas seja dado um conjunto bem determinado de descrições de uma distribuição espacial (indicando a posição exata de cada objeto no arranjo espacial) e a outro grupo de pessoas seja dado um conjunto não bem determinado de descrições da mesma organização espacial (dando localizações ambíguas, poucas precisas, dos objetos no arranjo espacial).

Mani e Johnson-Laird (1982, apud. Sternberg, 1996, p. 181) fizeram uma investigação desse tipo e encontraram que os sujeitos que receberam informações bem determinadas foram capazes de inferir informações espaciais adicionais não incluídas nas descrições que receberam, mas tiveram dificuldades em lembrar literalmente das informações recebidas. Esta constatação foi interpretada como indicadora de que

esses sujeitos formaram um modelo mental da informação recebida e, por isso mesmo, foram capazes de fazer inferências. Além disso, por terem formado o modelo passaram a confiar nele ao invés de ficarem dependendo de recordar descrições verbais literais detalhadas.

Por outro lado, os sujeitos que receberam informações pouco precisas raramente foram capazes de inferir informações espaciais não incluídas nas descrições recebidas, porém recordavam melhor do que o outro grupo estas descrições. Os pesquisadores sugeriram que neste caso os sujeitos não construíram um modelo mental devido às inúmeras possibilidades de modelos mentais que poderiam ser inferidos a partir das informações (indeterminadas) recebidas. Ao invés disso, os sujeitos parecem haver representado mentalmente as descrições recebidas como proposições verbalmente expressáveis (ibid.).

Quer dizer, em ambos os casos os sujeitos representaram mentalmente o arranjo espacial, mas no primeiro formaram um modelo mental que lhes permitiu fazer inferências e no segundo trabalharam apenas com um conjunto de proposições descritivas.

Os modelos mentais são, portanto, uma forma de representação analógica do conhecimento: existe uma correspondência direta entre entidades e relações presentes na estrutura dessa representação e as entidades e relações que se busca representar.

Um modelo mental é composto de *elementos* (“tokens”) e *relações* que representam um estado de coisas específico, estruturados de uma maneira adequada ao processo sobre o qual deverão operar. Ou seja, cada modelo já é construído de uma maneira coerente com o uso previsto (STAF11, 1996).

Não existe um único modelo mental para um determinado estado de coisas. Ao contrário, podem existir vários, mesmo que apenas um deles represente de maneira ótima esse estado de coisas (ibid.). Cada modelo mental é uma representação analógica desse estado de coisas e, reciprocamente, cada representação analógica corresponde a *um* modelo mental (*princípio da economia*).

Estados de coisas muitas vezes são descritos por conceitos. O modelo mental de um conceito deve ser capaz de representar tanto o essencial como a amplitude de um conceito. O núcleo do modelo representa o essencial do conceito, ou seja, as propriedades características do estado de coisas que ele descreve; os procedimentos de gestão do modelo definem a amplitude desse conceito, isto é, o conjunto de estados de coisas possíveis que o conceito descreve (ibid.).

O modelo mental de avião, por exemplo, possui distintas versões conforme os diferentes usos que se possa fazer de um avião: reconhecê-lo, construí-lo, pilotá-lo, embarcar nele, falar sobre ele. O modelo varia também segundo outras dimensões: a competência aeronáutica do sujeito, sua idade, sua cultura, etc. Representar um avião em vôo ou um avião aberto para mostrar os lugares aos passageiros também corresponde a diferentes versões do modelo mental de avião. Cada versão, no entanto, deve incluir o núcleo central que identifica o modelo com sendo de avião. Deve também incluir proposições e procedimentos de manipulação diversificados, visto que, conforme o uso, são outros os aspectos do modelo que são acionados. É possível que dois exemplares do mesmo modelo pouco ou nada tenham em comum se forem construídos com finalidades totalmente diferentes (ibid.).

Neste ponto, é conveniente mencionar a distinção feita por Norman (em Gentner e Stevens, 1983, p. 8) entre modelos conceituais e modelos mentais: *modelos conceituais são projetados como instrumentos para a compreensão ou para o ensino de sistemas físicos; modelos mentais são o que as pessoas realmente têm em suas cabeças e o que guia o uso que fazem das coisas.* Idealmente, deveria haver uma relação direta e simples entre o modelo conceitual e o modelo mental. Muito freqüentemente, no entanto, não é bem isso que acontece.

Os modelos a que se refere Johnson-Laird, dos quais estivemos falando até aqui (inclusive no caso do modelo do conceito do avião), são, portanto, *mentais* e podem não ter uma relação direta e simples com algum modelo conceitual no significado dado por Norman. É importante que isto fique claro!

Repetindo, *modelo mental é uma representação interna de informações que corresponde, analogicamente, ao estado de coisas que estiver sendo representado, seja qual for ele. Modelos mentais são análogos estruturais do mundo.*

A teoria dos modelos mentais parece ter significativas implicações para o ensino da Física e para a pesquisa em ensino de Física. Tais implicações estão discutidas em Moreira (1996), Graca e Moreira (1996, 1997 e 1998), Moreira e Lagreca (1998), Lagreca e Moreira (1999) e Borges (1997 e 1998).

Referências e bibliografia

1. Borges, A.T. (1997). Um estudo sobre modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, 2(3): 207-226.
2. Borges, A.T. (1998). Modelos mentais em eletromagnetismo. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, 15(1): 7-31.
3. Colinvaux, D. (Org.) (1998). *Modelos e educação em ciências*. Rio de Janeiro: Ravil.
4. Eisenck, M.W. y Keane, M.T. (1994). *Psicología cognitiva: um manual introdutório*. Porto Alegre, R.S. : Artes Médicas. 490 p.
5. Garnham, A. (1997). Representing information in mental models. In: Conway, M.A. *Cognitive models of memory*. Cambridge, MA: The MIT Press.
6. Gentner, D. y Gentner, D.R. (1983). *Mental models*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

7. Greca, I.M. y Moreira, M.A. (1996). Un estudio piloto sobre representaciones mentales, imágenes, proposiciones y modelos mentales respecto al concepto de campo electromagnético en alumnos de Física General, estudiantes de postgrado y físicos profesionales. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, 1 (1) : 95-108.
8. Greca, I.M. y Moreira, M.A. (1997). The kinds of mental representations -- models, propositions and images -- used by college physics students regarding the concept of field. *International Journal of Science Education*, London, 19(6): 711-724.
9. Greca, I.M. E Moreira, M.A. (1998). Modelos mentales, modelos conceptuales y modelización. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, 15(2): 107-119.
10. Hampson, P. J. y Morris, P. E. (1996). *Understanding cognition*. Cambridge, MA : Blackwell Publishers Inc. 399 p.
11. Johnson-Laird, P. (1983). *Mental models*. Cambridge, MA : Harvard University Press. 513 p.
12. Johnson-Laird, P. (1996). Images, models, and propositional representations. In: De Vega et al. *Models of visiospatial cognition*. New York: Oxford University Press. p. 90-127.
13. Lagreca, M.C.B. y Moreira, M.A. (1999). Tipos de representações mentais utilizadas por estudantes de Física Geral na área de mecânica clássica e possíveis modelos mentais nessa área. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 21(1): 202-215.
14. Mani, K. y Johnson -Laird, P. (1982). The mental representation of spatial descriptions. *Memory and Cognition*, 10(2) : 181-187. Apud Sternberg, R.J. (1996). *Cognitive psychology*. Forth Worth, TX: Harcourt Brace College Publishers. 555 p.
15. Moreira, M.A. (1996). Modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, 1(3): 193-232.
16. Moreira, M.A. e Lagreca, M.C.B. (1998). Representações mentais dos alunos em Mecânica Clássica: três casos. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, 3(2): 83-106.
17. Norman, D.A. (1983). Some observations on mental models. En Gentner y Stevens, A.L. (Eds.). *Mental models*. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates. p. 6-14.
18. STAFF11 (1996). *Répräsentation de la connaissance*. <http://tecfa.unige.ch/staf/staf9597/beltrame/STAF11/concepts.html>
19. Sternberg, R.J. (1996). *Cognitive psychology*. Forth Worth, TX : Harcourt Brace College Publishers. 555 p.

PALESTRA P4: O USO DA INTERNET NAS AULAS DE FÍSICA BÁSICA

Nilo Makiuchi

Instituto de Física - Universidade de Brasília
nilo@fis.unb.br

Discute-se nesta palestra, algumas possibilidades de uso da internet no ensino. Considerando que o desenvolvimento de materiais didáticos para a internet é uma atividade relativamente nova, procura-se colocar algumas questões básicas no intuito de delinear o papel que a internet pode ter no ensino, em termos de suas características e potencialidades. Cita-se os aspectos favoráveis ao uso da informática de uma forma geral, comparada com outras tecnologias, como a questão do preço dos equipamentos e da facilidade técnica de desenvolver materiais didáticos nesse meio.

Apresenta-se como exemplo, as facilidades atuais de criar páginas da web, usando utilitários que permitem salvar arquivos como arquivo html. Usa-se na apresentação, o processador de texto do pacote Office 97, mostrando como salvar um arquivo qualquer, para o formato de página da web, e como usar alguns recursos importantes, como a criação de links, modificação das cores do texto e do fundo, além da possibilidade de uso de figuras. No caso da inclusão de links, mostra-se o uso de recurso mais sofisticado de referenciar a um ponto do texto que não seja o início do arquivo. Esta parte da apresentação objetiva mostrar que qualquer professor interessado em criar suas primeiras páginas na web, pode fazê-lo, sem o mínimo conhecimento da linguagem html (1), bastando para tanto, um pouco de criatividade.

Discute-se algumas características da internet, e mais precisamente da web, objetivando a criação de páginas adequadas a este meio. Compara-se a web com outras mídias, mostrando que alguns aspectos, como a leitura de texto, está melhor adaptada a uma mídia, impressa em papel, neste caso específico, do que para outras, como leitura do texto diretamente na tela do computador. Discute-se a semelhança entre a web e a televisão, no sentido de procurar outras vocações e potencialidades de comunicação na web, tirando daí, a importância da apresentação visual e dos recursos gráficos, incluindo o movimento. Mostra-se que a web tem características e possibilidades de uso semelhantes a de outras mídias, competindo por espaço com essas mídias, mas que o ponto forte da web e da internet em relação a outros meios de comunicação de massa é a interatividade. Assim, coloca-se que uma página na web no mínimo, deve conter links de navegação para mudança de página.

Coloca-se que a criação de páginas da web para ensinar algum conteúdo específico é apenas uma das possibilidades de uso da internet no ensino. Cita-se outras possibilidades de uso como: apresentar informações básicas sobre uma disciplina, servir de fonte de consulta, realizar autoavaliações, realizar atendimento à distância, promover discussões em grupo e por último e talvez a aplicação mais trabalhosa, apresentar conteúdo específico sobre um tema (2).

Em relação ao uso da internet como fonte de informações sobre uma disciplina, ressalta-se a importância de ter essas informações na rede para consulta do público em geral interessado em conhecer o conteúdo curricular de uma escola. Sob este aspecto, cita-se a importância das informações sobre a ementa e programa da disciplina. Como material de interesse específico dos estudantes, cita-se a possibilidade de incluir no site, listas de exercícios e os gabaritos, avisos, guia de estudos, cronograma e eventualmente, as notas dos alunos.

Cita-se a importância do uso da internet como fonte de consulta em toda a rede. Discute-se a dificuldade de obter informações sobre um assunto específico, devido à falta de hierarquia na internet e do tamanho da rede, além da escassez de informações, por exemplo, sobre as escolas, seus currículos e conteúdo das disciplinas. Coloca-se a importância dos trabalhos de pesquisa realizados por alguns grupos de ensino para catalogar informações sobre assuntos específicos (3).

O recurso de formulários é colocado como uma possibilidade de uso em alguns tipos de avaliação, tais como teste de conhecimento ou autoavaliação do site ou da metodologia. Coloca-se a possibilidade de utilização de formulários pré-fabricados, disponíveis gratuitamente em alguns sites (4), para criar questionários de avaliação. Para fazer testes à distância, com resposta automática, coloca-se a necessidade de uso de recursos mais sofisticados ou auxílio de programador que domine o CGI.

Apresenta-se a possibilidade de atendimento à distância como ponto forte da internet, ainda pouco explorado. Coloca-se a facilidade de uso desse recurso através do correio eletrônico. Cita-se ainda, sites que oferecem serviços gratuitamente de uso de correio eletrônico, listas de discussão e as salas de bate-papo (5-8).

A última parte da apresentação consiste na discussão sobre a construção de páginas destinadas ao ensino de um assunto específico. Apresenta-se algumas sugestões de recursos para a construção de páginas. Reforçou-se que a web é uma nova mídia cujo ponto forte é a interatividade e que a comunicação através da mesma pode ser considerada como uma nova linguagem, baseada na hipermídia, escrita com hipertextos, com links de navegação, uso de imagens animadas e eventualmente com efeitos sonoros.

Cita-se alguns cuidados que se deve ter no uso da nova linguagem, principalmente no compromisso que se deve ter entre transmitir informações e manter a atenção do visitante ao site. Afirma-se que existem duas formas de ocultar uma informação presente no site: a primeira é omitir a informação não colocando link para a mesma nas outras páginas e a segunda é esconder a informação, colocando o link juntamente com um grande número de outros links. Discute-se que a atenção máxima para os links é obtida quando seu número é em torno de cinco com oscilação de dois para mais ou para menos.

Apresenta-se a importância das informações de identificação de cada página através de cabeçalho e/ou rodapé, contendo informações como nome da instituição, disciplina, autor, data da criação ou da última modificação da página e menu de navegação que permite acessar a página anterior e a próxima página no mesmo nível de hierarquia ou ir para a página hierarquicamente superior.

Para o uso adequado de links em hipertextos, coloca-se a necessidade que cada link seja aberto preferencialmente em uma nova janela, com uso da opção "target=_blank", ou de pequeno script em java, para que o texto original seja mantido na tela e que a atenção do leitor permaneça no texto principal.

Discute-se por último, a importância de usar recursos visuais para chamar atenção do visitante ao site, principalmente com uso de animação, desde que estas não aumentem demasiadamente o tempo de carregamento da página. Mostra-se que é possível criar imagens com animação usando programas gratuitos (9,10) juntamente com um editor de fotos e/ou figuras. Particularmente mostra-se como criar no PowerPoint, sequência de imagens a serem animadas. Como uso mais nobre e eficiente das figuras animadas no ensino, coloca-se a apresentação de sequência de slides na discussão de novos conceitos.

Faz-se as considerações finais, colocando que grande parte das possibilidades de uso da internet ainda não foram aplicadas na UnB, e que o material trabalhado para a web (11) restringe-se à transposição de textos para laboratórios didáticos, com algumas adaptações para a web. A consulta a estas páginas, sem ter sido divulgado amplamente aos alunos, oscila em torno de 150 visitas no por semestre, para um universo de 1000 alunos. Nota-se a importância de um trabalho gráfico e de conteúdo maior, quando se compara com alguns espelhos de página de Eletricidade e Magnetismo (12) colocados no site do Instituto de Física, onde o número de visitas é cerca de três vezes maior.

Comentários e sugestões de leitura e visitas a sites

1. Para consulta rápida sobre linguagem html veja a Revista Guia da Internet.br no 29
2. Veja o Painel 1.6: Projetos WBL - Gustavo Killner (FEUSP)
3. Veja o Painel 8.8: R. Boareto, N. Ferreira, M. R. Kawamura (IFUSP)
4. Consulte o site <http://www.uky.edu/AnyForm/> para usar formulários prontos
5. Use o site <http://www.egroups.com> para criar lista de discussão e sala de bate-papo

6. Consulte o site <http://www.prossiga.br/comoachar/dica.htm> para ver alguns recursos úteis
7. Use o site <http://chat.magma.ca> para criar sala de bate-papo
8. No site <http://www.cgi-resources.com> pode-se obter código fonte para sala de bate-papo
9. Para criar figuras animadas visite o site <http://www.ulead.com>
10. Outro programa para criar figura animada está no site <http://www.mindworkshop.com>
11. Para acessar os trabalhos, entre no site do Instituto de Física da UnB: <http://www.fis.unb.br> em seguida clique em graduação e depois em notas de aula
12. Os espelhos de página estão no link Física 3 Experimental, acessível na página principal do Instituto de Física da UnB: <http://www.fis.unb.br>

PALESTRA P5: O ENSINO DE FÍSICA INTRODUTÓRIA NA UNIVERSIDADE

Prof. Miguel Angelo Gregório
Instituto de Física – UFRJ

(sem resumo)

PALESTRA P6: O ENSINO DE FÍSICA NA PRÓXIMA DÉCADA A PARTIR DE UMA ANÁLISE DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA¹

João Zanetic
Instituto de Física/USP

"Contra o positivismo, que pára perante os fenômenos e diz: "Há apenas fatos", eu digo: "Ao contrário, fatos é o que não há; há apenas interpretações."

Nietzsche

Mesmo contrariando a aritmética, pelo menos simbolicamente podemos entender este ano que se inicia como o último deste século e deste milênio. Afinal, é o último ano que se inicia pelo algarismo um. Ao final de qualquer um desses períodos temporais é comum a produção de balanços econômicos, sociais e culturais. É comum também ensaiar perspectivas de desenvolvimento futuro dessas três dimensões que animam em diferentes esferas nossa sociedade contemporânea. Até mesmo enquanto indivíduos produzimos balanços de realizações pessoais e de sonhos vindouros. Muitas vezes os dois balanços estão estreitamente vinculados.

O mesmo pode ser feito com relação ao ensino dessa área do conhecimento que nos traz aqui reunidos neste simpósio. E aqui podemos trazer à tona algumas efemérides significativas:

1^a efeméride: também simbolicamente poderíamos comemorar aqui os trinta anos do primeiro Simpósio Nacional de Ensino de Física, que foi idealizado, proposto e organizado por Ernesto Hamburger, em janeiro de 1970, no Instituto de Física da USP. Afinal, o próximo SNEF vai acontecer no abrir do novo milênio. Esse evento teve uma importância muito grande inclusive para o tema desta palestra.

2^a efeméride: há 20 anos, em janeiro de 1979, durante o IV SNEF, era lançado o 1º número da Revista de Ensino de Física (REF), da Sociedade Brasileira de Física (SBF), que muitos aqui presentes certamente desconhecem. A REF falhou no seu objetivo de atingir o professor do ensino médio. Mas, acredito que foi bem sucedida na divulgação acadêmica da pesquisa em ensino de Física nacionalmente.

Infelizmente, a Revista Brasileira de Ensino de Física, editada nos últimos anos pela SBF, não representa mais a média do pensamento e investigação dos pesquisadores em ensino de Física do país. Creio que o Caderno Catarinense de Ensino de Física (CCEF) cumpre hoje um papel fundamental de divulgação da pesquisa em ensino de Física, tanto nas universidades quanto no ensino médio.

Quando pensava no conteúdo desta palestra, pretendia fazer um esboço de um balanço do que ocorreu nas décadas recentes e do que poderá ocorrer, ou gostaríamos que ocorresse, na próxima década, com relação ao papel da história da ciência no ensino de Física.

Não pretendo apresentar uma análise detalhada do que ocorreu, com relação ao tema desta palestra, desde o I SNEF. Vou apenas me ater a alguns tópicos relacionados com o ensino de física e a presença/ausência da história da ciência. Já no primeiro SNEF, que produziu um admirável quadro do

¹ Este texto praticamente reproduz as transparências que utilizei durante a minha conferência no XIII SNEF, realizado em Brasília no mês de janeiro de 1999.

ensino de física em nosso país compreendendo desde o nível fundamental até a pós-graduação, que começava a se institucionalizar entre nós, encontramos pálidas referências à história da ciência no ensino.²

Vivíamos, então, a época da implantação dos grandes projetos de ensino de física, química, biologia e matemática, entre nós, provocada de alguma forma pela competição, também batizada de guerra fria, entre os Estados Unidos e a União Soviética, dramatizada em 1957 pelo lançamento do primeiro satélite artificial terrestre pelos soviéticos, o famoso Sputnik. Hoje, para muitos dos presentes, parece coisa de outro milênio! Assim é a história da humanidade. Para poder situar melhor esse balanço torna-se necessário mencionar algo acerca de alguns desses projetos que marcavam aqueles anos.

No ensino de física vivíamos a influência do projeto norte-americano Physical Science Study Committee (PSSC). Aliás, não podemos ignorar que a primeira versão em português, de 1962, foi financiada pela Aliança para o Progresso, com recursos da USAID, agência que integraria durante a ditadura militar o famigerado acordo MEC-USAID. Nesse ano, Cuba foi expulsa da comunidade dos países americanos em decisão aprovada pela OEA. Faço esse breve registro como homenagem a Walter Benjamin que, de certa forma coerente com o epígrafe de Nietzsche, conceituava uma história que rememorasse a tragédia dos vencidos e não a pretensa história verdadeira e factual dos vencedores ou, como querem alguns, “o fim da história”.

Os educadores e cientistas, proponentes do projeto, imaginavam aproximar a realidade dos laboratórios de pesquisa e as salas de aula. Alguns analistas sintetizavam num único objetivo essa meta: considerar cada aluno como um futuro cientista em potencial.

Essa premissa, entre outras, foi bastante criticada nos anos seguintes por outros cientistas e educadores que acusavam o PSSC de elitista, reservado a um pequeno número de escolares com a finalidade de levá-los a pensar exclusivamente em termos científicos e desprezando a abordagem e compreensão do funcionamento das coisas da vida cotidiana, da relação da física com a sociedade, sua interação com outros aspectos culturais mais amplos, sua história e filosofia, por exemplo. Nessas críticas destacaram-se cientistas integrantes do grupo “Science for the people”.

Mesmo levando em consideração tais críticas, que não podem ser esquecidas, não se pode ignorar que o PSSC desempenhou forte influência positiva em inúmeros projetos e livros didáticos editados entre nós nos anos seguintes.

Por exemplo, foram positivas as seguintes características desse projeto:

1. introduzia atividades experimentais associadas aos diversos temas abordados, enfatizando o trabalho em pequenos grupos;
2. reduzia o número de tópicos em favor de um maior aprofundamento daqueles selecionados;
3. apresentava uma introdução conceitual e metodológica norteadas pela física contemporânea;
4. ilustrava as aulas com filmes de média duração que apresentavam palestras e/ou atividades experimentais significativas;
5. incluía guias para os professores com sugestões metodológicas e de aprofundamento do conteúdo.

A partir de 1962 os currículos das licenciaturas em Física passaram a contar com a disciplina “Instrumentação para o Ensino de Física”, que contribuiu para a divulgação do PSSC no país.

Durante a discussão sobre o ensino médio de Física no I SNEF, que ocorreu 8 anos após o início da implantação do PSSC, pelo menos nos cursos universitários e em algumas escolas médias dos diferentes estados do país, muito tempo foi dedicado ao PSSC.

Em meados da década de sessenta surgiu, ainda nos Estados Unidos, o Projeto Harvard, com componentes de ação didática similares aos do PSSC, mas com conteúdos e metodologias totalmente diferentes. Este tinha a **história e filosofia da ciência como eixo definidor dos conteúdos temáticos e das estratégias educacionais**. Foi, neste aspecto, um projeto pioneiro. Seus principais objetivos eram:

1. tornar o ensino de física mais “palatável” para um amplo espectro de alunos da escola média;
2. apresentar um cenário cultural que situe a física e seu desenvolvimento;
3. **enfatizar os contextos histórico e filosófico do surgimento das idéias físicas;**
4. diminuir as exigências matemáticas normalmente presentes nos currículos tradicionais.

Deve-se ressaltar que o impacto dessas propostas no ensino médio da maioria da população era quase nulo, embora tenham influenciado a elaboração de alguns projetos brasileiros no início dos anos 70.

Nos primeiros simpósios ainda apareciam poucas comunicações relatando trabalhos sobre a **história da ciência e o ensino**. Por outro lado, os cursos neles realizados que apresentavam temas históricos sempre tinham muitos alunos.

A partir do IX SNEF, realizado em São Carlos – SP, em janeiro de 1991, tem início a realização de uma seção de comunicação de trabalhos específicos sobre a história da ciência.

Neste SNEF tivemos a apresentação de 12 comunicações na seção “História e Filosofia no Ensino de Física”, contando com estudos teóricos e propostas de intervenção em sala de aula nos ensinos médio e superior.

² Atas do I SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, janeiro de 1970.

Portanto, nestes últimos anos temos presenciado um significativo aumento de pesquisas relacionadas com o ensino de física e sua história, resultando em experiências de sala de aula, edição de livros e artigos sobre o tema e dissertações de mestrado e teses de doutorado.

Esse amadurecimento do tema reflete-se até no polêmico documento sobre as diretrizes curriculares para o ensino médio de Física, como podemos notar a partir deste breve trecho extraído de documento de julho/98: “(...) é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, produzido em sociedade, objeto de contínua transformação em sua relação com a vida social e associado com outras formas de expressão e produção humanas.”³

É claro que estamos muito distantes ainda da possibilidade de universalizar a utilização da história da ciência no ensino de física para o conjunto da população. Na maioria das escolas médias ainda dominam os livros didáticos que nasceram sob a influência dos exames vestibulares que ainda detêm grande poder definidor do currículo real de nossas escolas, apesar dos esforços no sentido de disseminar conteúdos novos emanados das pesquisas acima mencionadas.

Por exemplo, a FUVEST, responsável pelos exames vestibulares da USP, e que exerce forte influência nos “cursinhos” e no dia a dia da sala de aula, ainda se pauta por um programa de física de antes do advento da era PSSC, como podemos compreender desta citação de pequeno trecho desse programa: “As questões de Física procurarão avaliar a compreensão dos tópicos do programa e a capacidade de manipulação dos conceitos fundamentais, tratando preferencialmente de casos concretos relacionados a resultados de experiências ou de situações de vida cotidiana. (...) Na resolução das questões, poderão ser exigidas manipulações matemáticas assim como construção e interpretação de gráficos.”⁴

Eis um exemplo de uma questão difícil da segunda fase do vestibular de 1999: “Sobre a parte horizontal da superfície representada na figura, encontra-se parado um corpo B de Massa M, no qual está presa uma mola ideal de comprimento natural l_0 e constante elástica k. Os coeficientes de atrito estático e dinâmico, entre o corpo B e o plano, são iguais e valem μ . Um outro corpo A, também de massa M é abandonado na parte inclinada. O atrito entre o corpo A e a superfície é desprezível. Determine:

a) A máxima altura h_0 , na qual o corpo A pode ser abandonado, para que, após colidir com o corpo B, retorne até a altura original h_0 .

b) O valor da deformação X da mola, durante a colisão, no instante em que os corpos A e B têm a mesma velocidade, na situação em que o corpo A é abandonado de uma altura $H > h_0$. (Despreze o trabalho realizado pelo atrito durante a colisão).

Com este tipo de influência real pairando no imaginário de qualquer futuro candidato às nossas universidades e como, infelizmente, os livros didáticos mais populares em nossas salas de aula do ensino médio são os emanados dos cursinhos, fica difícil imaginar, mesmo para aqueles alunos que não estejam interessados em prosseguir seus estudos, um ensino de física que resista a essa influência. Portanto, a universalização de um cardápio escolar que conte cole o uso da História da ciência ainda é algo distante.

Mas, caso decidíssemos pela inserção da história, cabe perguntar: o que é história da ciência? Internalista ou externalista? Idealista ou materialista? Realista ou reconstruída racionalmente? Temática ou cronológica?

Assim como a história geral admite diferentes concepções, o mesmo ocorre com a nossa possibilidade de compreensão do que seja a história da ciência. Há até o caso do historiador geral que propagou a idéia de que “a história acabou” após o “desmonte do mundo socialista”, apesar da resistência cubana.

Eu ainda me pauto pelas idéias defendidas pelo historiador marxista inglês E. H. Carr e pelo filósofo alemão Walter Benjamin que, ao conceituarem história, criticavam os positivistas, os idealistas, em suma, o historicismo. Nas palavras de Walter Benjamin:

“O historicismo culmina legitimamente na história universal. Em seu método, a historiografia materialista se distancia dela mais radicalmente que de qualquer outra. A história universal não tem qualquer armação teórica. Seu procedimento é aditivo. Ela utiliza a massa dos fatos, para com eles preencher o tempo homogêneo e vazio. Ao contrário, a historiografia marxista tem em sua base um princípio construtivo.”⁵

Caminhando em sentido coerente com essa avaliação de Benjamin, o historiador E. H. Carr, acrescenta:

“Os positivistas, ansiosos por sustentar sua afirmação da história como uma ciência, contribuíram com o peso de sua influência para este culto dos fatos. Primeiro verifique os fatos, diziam os positivistas, depois tire suas conclusões. (...) A convicção num núcleo sólido de fatos históricos que existem objetivamente e independentemente da interpretação do historiador é uma falácia absurda, mas que é difícil de erradicar. (...) A função do historiador não é amar o passado ou emancipar-se do passado, mas dominá-lo e entendê-lo como a chave para a compreensão do presente.”⁶

³ Documento do MEC de julho/98.

⁴ Manual da FUVEST, 1999, pág. 47.

⁵ Walter Benjamin, *Obras escolhidas*, vol. 1, Ed. Brasiliense, 1985, pág. 231.

⁶ Edward. H. Carr. *Que é História?*, Ed. Paz e Terra, São Paulo, 1985, págs. 13 e 25.

Essas duas citações a meu ver explicitam a frase utilizada como epígrafe desta conferência. Nietzsche enfatizava o aspecto interpretativo presente nas teorias científicas. Apenas para exemplificar poderia mencionar possíveis interpretações dos trabalhos de alguns personagens marcantes do desenvolvimento da física: i. Galileu: teórico ou empírico? (Alexandre Koyré e Stilman Drake); ii. Newton: como interpretar o seu “*hypothesis non fingo*” (P. Abrantes); Mach: positivista ou dialético? (Feyerabend); iv. Planck: clássico ou quântico (Kuhn); v. Einstein x Bohr: quem ganhou (textos dos próprios) e muitos outros.

Comunicações apresentadas neste SNEF e nos anteriores, assim como em muitas publicações, como o CCEF, livros recentemente publicados, como os originais de Galileu e Newton, dissertações e teses defendidas, podem nos inspirar na construção de um ensino de física balizado pela história da ciência.

Parte das minhas reflexões sobre a utilização da história e da filosofia da ciência no ensino de física tenho utilizado em disciplinas da graduação do IFUSP. Numa delas faço uma ponte entre história e a epistemologia kuhniana, noutra discuto um tema da história da Física vinculando-o a diversas propostas epistemológicas produzidas pela filosofia da ciência contemporânea.

Vários outros colegas em diferentes universidades do país têm feito outros tipos de experiências relacionadas com a temática desta palestra. Tudo isso me leva a concluir que, pelo menos do ponto de vista da academia, estamos caminhando bem para o início do milênio ou, pelo menos, para o início da próxima década.

O problema é o que fazer para que tudo isso atinja as escolas públicas, o conjunto dos alunos do país. Como fazer com que todo esse trabalho produzido na academia saia das prateleiras e entre na sala de aula. É necessário, sem dúvida nenhuma, que os governantes, do prefeito ao presidente, se convençam que é necessário investir criteriosamente em programas de reforma curricular e na formação adequada dos atuais e dos futuros professores. Só uma ação continuada e de longo prazo vai conseguir reverter o quadro melancólico de nossa realidade educacional efetivando o preceito constitucional de que a educação é um direito de todos e um dever do Estado.

Recentemente estivemos envolvidos nas batalhas para aprovar uma LDB que atendesse aquele preceito ao contrário da que acabou sendo aprovada; ainda estamos envolvidos na construção de um Plano Nacional de Educação, discutem-se parâmetros e diretrizes curriculares, provões e provinhas. Mas o dia a dia da escola pública, com os baixos salários, infra estrutura inadequada, entre outros problemas, não permite grandes sonhos. E aí, temos que nos confrontar com aqueles que comandam os destinos do país de modo servil aos ditames do FMI, Banco Mundial e congêneres, reafirmando, 50 anos depois, uma outra frase de Walter Benjamin:

“A teoria e, mais ainda, a prática da social-democracia foram determinadas por um conceito dogmático de progresso sem qualquer vínculo com a realidade.”⁷

Para finalizar, completo minha fala com uma poesia em homenagem a Galileu Galilei, publicada no primeiro número da Revista de Ensino de Física, e que pode despertar aqueles indivíduos que tradicionalmente não seriam atraídos pelo estudo da física, pelo menos aqueles com pendentes poéticos, ilustrando temas relacionados com a história da ciência que nos ocupou nessa palestra. Lá vai:

Poema para Galileo

Antonio Gedeão (Poeta português contemporâneo)

*Estou olhando o teu retrato, meu velho pisano,
aquele teu retrato que toda a gente conhece,
em que a tua bela cabeça desabrocha e floresce
sobre um modesto cabeção de pano.*

Aquele retrato da Galeria dos Ofícios da tua velha Florença.

(Não, não, Galileo! Eu não disse Santo Ofício.

Disse Galeria dos Ofícios).

Aquele retrato da Galeria dos Ofícios da requintada Florença.

Lembras-te? A Ponte Vecchio, a Loggia, a Piazza della Signoria ...

Eu sei... Eu sei...

As margens doces do Arno às horas pardas da melancolia

Ai que saudade, Galileo Galilei!

Olha. Sabes? Lá na Florença

está guardado um dedo da tua mão direita num relicário.

Palavra de honra que está!

As voltas que o mundo dá!

Se calhar até há gente que pensa

que entraste no calendário.

Eu queria agradecer-te, Galileo.

⁷ Walter Benjamin, op. cit. pág. 229.

a inteligência das coisas que me deste.

Eu,

*e quantos milhões de homens como eu
a quem tu esclareceste,
ia jurar – que disparate, Galileo!
e jurava a pés juntos e apostava a cabeça
sem a menor hesitação –
que os corpos caem tanto mais depressa
quanto mais pesados são.*

Pois não é evidente, Galileo?

*Quem acredita que um penedo caia
com a mesma rapidez que um botão de camisa ou que um seixo da praia?
Esta era a inteligência que Deus nos deu.*

*Estava agora a lembrar-me, Galileo,
daquela cena em que tu estavas sentado num escabelo
e tinhas à tua frente
um friso de homens doutos, hirtos, de toga e de capelo
a olharem-te severamente.*

*Estavam todos a ralhar contigo,
que parecia impossível que um homem da tua idade
e da tua condição,
se estivesse tornando um perigo
para a Humanidade
e para a Civilização.*

*Tu, embaraçado e comprometido, em silêncio mordiscavas os lábios,
e percorrias, cheio de piedade,
os rostos impenetráveis daquela fila de sábios.
Teu olhos habituados à observação dos satélites e das estrelas,
desceram lá das suas alturas
e poisaram, como aves aturdidas – e parece-me que estou a vê-las –,
nas faces grávidas daquelas reverendíssimas criaturas.*

*E tu foste dizendo a tudo que sim, que sim senhor, que era tudo tal qual
conforme suas eminentias desejavam,
e dirias que o Sol era quadrado e a Lua pentagonal
e que os astros bailavam e entoavam
à meia-noite louvores à harmonia universal.*

*E juraste que nunca mais repetirias
nem a ti mesmo, na própria intimidade do teu pensamento, livre e calma,
aqueles abomináveis heresias
que ensinavas e escrevias
para eterna perdição da tua alma.*

Ai, Galileo!

*Mal sabiam os teus doutos juízes, grandes senhores deste pequeno mundo
que assim mesmo, empertigados nos seus cadeirões de braços,
andavam a correr e a rolar pelos espaços
à razão de trinta quilómetros por segundo.*

Tu é que sabias, Galileu Galilei.

*Por isso eram teus olhos misericordiosos,
por isso era teu coração cheio de piedade,
piedade pelos homens que não precisam de sofrer, homens ditosos
a quem Deus dispensou de buscar a verdade.*

*Por isso, estoicamente, mansamente,
resististe a todas as torturas,
a todas as angústias, a todos os contratempos,
enquanto eles, do alto inacessível das suas alturas,
foram caindo,
caindo,
caindo.*

*caindo,
caindo sempre,
e sempre,
ininterruptamente,
na razão direta dos quadrados dos tempos.*

PALESTRA P7: MODELOS E REALIDADE NO CONHECIMENTO CIENTÍFICO – LIMITES DA ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA

Maurício Pietrocola¹

Dep. de Física - UFSC

Campus universitário - Trindade

88040-900 - Florianópolis - Santa Catarina

(pietro@fsc.ufsc.br)

INTRODUÇÃO

A Educação em geral foi marcada nos últimos vinte anos pelo *construtivismo*, que se tornou palavra de ordem de um movimento que revolucionou a concepção e as práticas pedagógicas. Influenciado por trabalhos oriundos de várias áreas do conhecimento, como a psicologia, a epistemologia, entre outras, o construtivismo na Educação redimensionou o papel do indivíduo no processo de ensino/aprendizagem, que de mero espectador, passou a ser concebido como o agente do seu próprio conhecimento.

Seria injusto afirmar que tal movimento não fora importante e que essa mudança de enfoque não tenha sido fundamental no estabelecimento de um novo paradigma educacional na orientação de estudos e pesquisas realizadas². Porém, passadas quase duas décadas é importante promover uma contínua avaliação dos pressupostos teóricos adotados e dos resultados obtidos a partir deles.

Nosso objetivo nesse trabalho será mostrar que os pressupostos epistemológicos que orientaram o movimento construtivista imprimiram um perfil relativista ao conhecimento presente no ensino de Física. Particularmente, a transposição dos trabalhos de Thomas Kuhn para área de pesquisa em ensino de Física sobre-valorizaram o aspecto processual da atividade científica, centrada na idéia de *revolução científica* e no sentido pouco preciso do termo *paradigma*, presente na sua principal obra.

Para essa análise procuraremos traçar um rápida cronologia, enfatizando principalmente os debates no campo da filosofia da ciência nos anos 50 e 60, que visavam ultrapassar o empiricismo lógico, e que terminaram por lançar as bases de uma epistemologia construtivista. Em seguida, a partir da idéia de *transposição didática* passaremos a mostrar que os ecos desse debate atingiram a área de ensino, gerando relativização do conhecimento frente a outras formas de conhecimento, ao mesmo tempo que praticamente baniram a “realidade” como referente das teorias construídas sobre os fenômenos físicos. Para levar essa análise a frente, buscarmos apoio em filosofias da ciência realistas, centrando nossa atenção principalmente nas questões ligadas ao contexto da descoberta em física, à noção de verdade, as forma de vinculação das teorias física com a realidade através dos *modelos*.

Origens epistemológicas do construtivismo no Ensino de Física

Traçar as origens do construtivismo na educação científica não é algo fácil. Porém, é possível acompanhar em grandes linhas as mudanças processadas na própria forma de conceber o conhecimento científico a partir do início do século.

Desde a materialização do programa newtoniano, a ciência moderna passou por um longo período de valorização do conhecimento através de práticas empiricistas, onde o acesso objetivo aos fatos garantia a qualidade das teorias. O ápice desse processo configurou-se com a proposição do empiricismo-lógico no inicio do século, que foi praticamente hegemônico até sua primeira metade. Grosso modo, nessa concepção o conhecimento estaria depositado na própria realidade e caberia ao cientista desvelá-lo, descobri-lo evitando a introdução de tudo que fosse opinião e hipóteses não comprovadas. Através de técnicas experimentais seriam obtidos resultados que permitiriam formular as leis e teorias.

A influência desse concepção da ciência se fez sentir na educação científica de várias maneiras. Uma delas se deu na forma de assumir o papel passivo do estudante com relação ao processo de apreensão do conhecimento científico. Ao professor caberia fazer compreender ao estudante sua organização interna ou seja sua “estrutura” através de análises lógicas cuidadosas. A “dissecção” das teorias resultaria nos blocos fundamentais de conhecimento habilitando os educadores a determinar as estratégias para o seu aprendizado, encadeando os conceitos em seqüências do simples ao complexo. Esse processo seria semelhante ao desmontar e montar de um mobiliário na ocasião de uma mudança. O ensino passaria a ser a transferência das teorias para a cabeça dos alunos. O processo pedagógico, em particular, teria como principal função fornecer as instruções de montagem ao professor, materializada em seqüências didáticas eficientes.

Essa concepção de conhecimento levou os educadores durante muitos anos a não se preocupar com as relações que se estabelecem no contexto de produção das teorias. O papel do educador resumiu-se ao burlamento das sequências de ensino, à insistência no ensino do método científico e à completa desconsideração do conhecimento próprio trazido pelo estudante. Talvez, o tecnicismo tenha sido o ápice dessa concepção educacional.

É importante ressaltar a coerência entre a epistemologia empiricista e a concepção tecnicista, pois o conhecimento reduzido ao status de produto-imagem da realidade não poderia ser objeto de outro tipo de ensino.

A partir da segunda metade do século um forte movimento de questionamento e crítica à concepção empiricista passa a evidenciar as suas insuficiências. Kuhn e Popper são os nomes mais lembrados nesse contexto pelos golpes proferidos contra as afirmações empiricistas e que terminaram por abalar o consenso estabelecido em torno dele. As principais críticas dizem respeito à dependência da observação para com o contexto teórico e a impossibilidade da lógica indutiva sustentar a veracidade absoluta do conhecimento. Apesar de discordarem sobre o peso dos diversos elementos presentes no contexto de produção de conhecimento científico, tais epistemólogos têm pontos em comum que permitiram enquadrá-los sob o rótulo de *Construtivistas*. Para eles, o conhecimento é fruto da ação direta do pesquisador e do contexto no qual ele se insere, seja ele mais ou menos enquadrado pela sua comunidade de pesquisa. O conhecimento não pode ser considerado absolutamente verdadeiro, é tem validade localizada no tempo. Há uma série de outros pontos que delineiam as diversas matizes do construtivismo na epistemologia. Descrevê-las série por demasiado longo.

Mas foram sem dúvida, os conceitos de *revolução científica* e de *paradigma*, presentes na “Estrutura das revoluções científicas” de Thomas Kuhn, as idéias de maior impacto nesse contexto, e que de certa maneira exportaram este debate do âmbito estrito da filosofia da ciência para outras áreas de conhecimento. Hoje é muito comum encontrarmos o emprego do termo *paradigma* nas mais diversas áreas do conhecimento. Segundo Abrantes os aspectos sociológicos da análise kuhniana foram os mais enfatizados, particularmente em relação à tese da *incomensurabilidade* ligada à noção de Revolução Científica³. Ele atribui esse leitura de Kuhn, entre outros aspectos, a “...uma irresistível sedução para os envolvidos com a tradição de sociologia do conhecimento e também para os que procuravam paralelos entre a prática das ciências naturais e das sociais.”³ Os aspectos da obra kuhniana permitiram, através das ditas teses sociológicas e principalmente pelo uso da noção de *paradigma*, legitimar práticas menos próximas dos padrões científicos nos anteriores moldes empiricistas e elaborar estudos comparativos entre a produção de conhecimento na ciência e em outros domínios.

Especificamente na educação científica os questionamentos aos preceitos empiricista foram benéficos, na medida em que atenuaram o valor atribuído ao ensino do *método científico* e colocaram em cheque a fundamentação da concepção educacional conhecida como *método da redescoberta*, ambos com forte inspiração empiricista. Libertando-nos da idéia de que existiria um método científico, que levaria a descoberta de conhecimentos verdadeiros foi possível orientar as pesquisas educacionais para o delineamento das características, condições, valores e demais elementos presentes na *construção* de conhecimento científico. E principalmente, atribuir valor aos conhecimentos produzidos pelos próprios estudantes. Essa nova orientação gerou na educação científica o movimento *construtivista* que tem como principal característica atribuir aos estudantes o papel de construtores de seus próprios conhecimentos, valorizando todas as etapas desse processo.

As pesquisas em *concepções alternativas*, predominantes nos anos 80 e 90 nas pesquisas em ensino de ciências, centraram-se no conhecimento produzido pelos próprios estudantes e são a influência mais clara dessa tradição construtivista no ensino⁵. Porém, as influências no contexto do ensino de ciências não se limitaram a isso. Muitas noções e análises internas ao debate epistemológico foram transportadas para o contexto específico da pesquisa em ensino de ciências, como podem atestar o uso de termos como “paradigma”, “núcleo duro”, “perfil epistemológico”, “obstáculo epistemológico”, etc. A teoria de ensino mais popular nesse período, a *Mudança Conceitual*, possui uma estrutura muito similar à das *mudanças paradigmáticas* no contexto das ciências naturais, e utiliza de forma ampla demais conceitos da abordagem kuhniana, além de outros conceitos tirados do pensamento lakatosiano como os *programas de pesquisa*, assim como da noção de *ecologia conceitual* presente obra de Toulmin⁶. Em outras palavras, a tradição construtivista no ensino de ciências sofreu forte influência dos ditos aspectos sociológicos do debate epistemológico centrado na obra de Kuhn, onde se destacam os *processos de validação* do conhecimento científico relativamente ao contexto de produção.

Cabe porém, questionar se esta transposição do domínio da filosofia da ciência para aquela do ensino-aprendizagem de ciências não resultou em adaptações desmesuradas ou restrições importantes. Segundo as colocações de Chevalard sobre a *transposição didática*⁷, a passagem do conhecimento científico desde seu contexto de produção até se tornar objeto de ensino na forma de conteúdo escolar configura-se como um processo seletivo e adaptativo envolvendo a tomada de decisões frente a valores externos ao contexto original de produção do conhecimento. O termo “transposição didática” empregado por esse pesquisador delimita justamente os contornos dentro dos quais os processos de construção de conhecimento se enquadram, desde sua produção no meio científico (“saber sábio”) até sua introdução na escola (“saber escolar”). Partindo desse

referencial devemos buscar na transposição do debate epistemológico sobre a produção do conhecimento científico os elementos selecionados e as adaptações necessárias para o contexto das pesquisas em educação científica, na qual se insere as discussões sobre o ensino de Física.

A transposição do construtivismo para o contexto das pesquisas em ensino

Um dos elementos mais importantes que diferenciam o contexto da atividade científica, sobre o qual é feita a análise filosófica, daquele relacionado ao ensino das ciências centra-se nos **sujeitos** do conhecimento presente em cada um deles, i. e., em cientistas e estudantes. A eles está associado a gênese do conhecimento e que acaba por contribuir na determinação das suas formas de produção e validação. A transposição ingênuas desses sujeitos não tardou a apresentar problemas. Trabalhos como o de Driver⁸ procuraram avançar paralelos nessa direção e foram posteriormente criticados. Sobre essa colocação, pode-se destacar dois pontos.

O primeiro diz respeito ao processo de interação indivíduo-objeto do conhecimento. Não se trata de simplesmente transportar a críticamente o que acontece no meio científico para o processo de ensino. O contexto no qual trabalha um cientista nunca poderá ser transportado para o ambiente escolar. É praticamente impossível conceber os alunos como participantes de padrões de produção de conhecimento presentes na comunidade científica de referência. O contexto dessa comunidade não pode ser simulado na escola. É possível apreendê-lo, dando sentido ao produto a ele vinculado, mas reproduzi-lo não. Nesse sentido, a construção de conhecimento pretendida pela escola não pode ser enquadrada segundo padrões unicamente epistemológicos com referência ao saber de origem, mas principalmente pedagógicos no sentido de um epistemológico-pedagógico. Isso é uma epistemologia que possa englobar não só o contexto de construção do conhecimento de referência, mas também aquele vinculada ao contexto próprio do indivíduo.

O segundo ponto se vincula aos objetivos presentes na atividade científica e nas atividades do dia-a-dia. No caso da pesquisa científica parece claro que o objetivo é obtenção de conhecimentos na forma de teorias que permitam *interpretar* e *predizer* domínios determinados de fenômenos físicos. Abre-se aqui um terreno fértil para debate sobre as formas de produção e legitimização desse conhecimento, mas existe para além dele a certeza de que sobre ele podemos gerar operações que permitirão obter resultados no domínio empírico. Portanto, pode-se associar à prática científica e ao seu sujeito em particular a busca de um conhecimento com atribuição *funcional*, materializado na capacidade das teorias de permitirem um diálogo com a natureza. Isso é obtido através das teorias, leis, conceitos, técnicas experimentais construídas segundo os padrões ditados pela comunidade em questão e que permitem aos cientistas lidar com os resultados obtidos. Portanto o conhecimento cumpre um papel/função dentro da atividade científica.

Para os indivíduos em geral, e especialmente para os estudantes no contexto da educação científica, não parece absurdo afirmar que exista essa mesma necessidade de atribuir uma função específica ao conhecimento que espera-se ele aprenda através do ensino. Assim qual seria o papel do conhecimento científico presente no contexto escolar? Seria possível associar a ele um valor *funcional* como acima mencionado? Ao enfocar aspectos funcionais do conhecimento científico para os estudantes, temos de considerar a sua utilidade extra-escolar. Porém eles escapam às análises sobre o contexto de produção tributárias da tradição kuhniana.

A ênfase nos aspectos sociológicos do desenvolvimento científico induz as análises educacionais a ressaltar a vinculação do conhecimento ao seu contexto de produção. Estudos comparativos entre as formas de produção pelos estudantes de conhecimento alternativo e de produção de conhecimento científico relativizam o valor de ambos aos seus contextos específicos. Os trabalhos mencionados anteriormente na óptica das mudanças conceituais são exemplos dessa natureza e têm basicamente colocado a necessidade de evidenciar as concepções prévias dos estudantes, para em seguida criar situações de *tensão ou conflito cognitivos* que gerem a superação das mesmas⁹.

Ao visar a construção de novas concepções capazes de superar os conflitos cognitivos, é de pouca ou nenhuma importância o papel a ser desempenhado pelo conhecimento para o sujeito em questão fora do contexto escolar, ou seja aquele que engloba os fenômenos e situações enfocados no processo de ensino. Centrando-se unicamente no aspecto construído do conhecimento, muitas vezes deixa-se de considerar que para além dele, existem aspectos relacionados ao uso que o estudante fará desse conhecimento. Seria algo similar à dimensão funcional anteriormente mencionada no contexto da pesquisa científica. Não parece suficiente pensar o ensino científico focando-se apenas nos condicionantes ligados ao contexto de produção, limitado aos processos de construção científica. Devemos necessariamente considerar o uso que o estudante fará desse conhecimento numa dimensão mais ampla que ultrapasse o contexto escolar e isso implicará em considerar a função que lhe será atribuída.

Como as teorias científicas construídas não tem valor absoluto, mas devem ser sempre relativizadas, não é importante analisar seu valor intrínseco, mas apenas justificá-lo face ao seu contexto de produção caracterizado historicamente.

Essa última questão escapa do domínio restrito do que defino como *construtivismo epistemológico processual* presente nas pesquisas educacionais forjado a partir da tradição kuhniana¹⁰. Defino essa abordagem como uma epistemologia centrada nas condições de construção do conhecimento, onde se procura apreender o contexto no qual a atividade do indivíduo ocorre, delineando seus pressupostos. A filosofia

Kuhniana, ou melhor a versão mais usual dessa filosofia transporta para o contexto da educação científica valorizou em demasiado as condições de apreensão dos paradigmas. Em outras palavras, a epistemologia científica nos moldes dos paradigmas kuhnianos levou a sobre-valorização do domínio *heurístico* do conhecimento em detrimento de seu valor *ontológico*.

A dimensão ontológica do conhecimento científico escolar

As pesquisas dentro do movimento construtivista sobre ensino de ciências têm procurado nas últimas décadas alternativas para o mito empiricista da produção de conhecimento, contra o estabelecimento de regras que acompanham o tão “propagandiado” método científico, sobre sistemas filosóficos mais adaptados a embasar nossa reflexões sobre o processo de construção de conhecimento. Mas parece que deixou-se de lado a seguinte pergunta: qual a imagem espera-se que os estudantes tenham sobre o conhecimento físico ensinado?

Não se trata aqui de uma falsa questão, pois a antiga concepção empiricista oferecia uma resposta clara a ela. Nessa concepção, o conhecimento científico (as teorias propriamente ditas) seria o retrato aproximado das coisas. A motivação da educação científica transcendia a própria ciência, na medida em que se buscava através dela a própria essência da realidade. Porém, o construtivismo, ao extirpar a idéia de verdade absoluta, a idéia de método científico parece ter extirpado desavisadamente a própria idéia de *Realidade*. Isso é, falamos da realidade em voz baixa, procurando substitui-la por outras idéias, como domínio empírico, domínio fenomenológico, contexto experimental, etc. O conceito de Realidade parece-nos por demais identificado ao contexto empiricista que gostaríamos de ver banido de nossas mentes.

Ao adotar uma concepção de ensino-aprendizagem científica sem a idéia de realidade cria-se uma armadilha epistemológica. Nega-se o *empiricismo ingênuo* com o risco de adoção de um *relativismo ingênuo*. Nesse caso teríamos as construções conceituais propostas pela ciência valoradas apenas no seu próprio interior. Ou melhor, as teorias científicas seriam simplesmente estruturas conceituais com coerência interna, dentro da qual podemos estabelecer relações de causa e efeito. A comparação entre diversas teorias não seria possível visto tratar-se de estruturas idiossincráticas no tempo e no espaço.

Apesar do exagero das últimas frases, a falta de um referente externo às próprias teorias leva-nos a essas conclusões relativistas. Embora isso não seja em si um problema, visto a existência de diversos sistemas epistemológicos relativistas que procuraram entender a prática científica (Latour e todo programa Forte), no domínio do ensino de ciências abre-se uma grave lacuna. Sem o conceito de realidade como referente externo perdemos uma forte justificativa para o ensino científico. Até o meio do século, ensinávamos ciências pois ela nos revelaria os segredos da natureza. Isso deve ter motivado Aristóteles, Galileu, Newton e outros no curso de seus trabalhos. O que deveria dizer um professor corretamente identificado com a cartilha construtivista a essa pergunta?

No contexto escolar sempre poderíamos recorrer a respostas institucionais, ressaltando o aspecto da formação científica para determinadas profissões. Apesar de válido, tal encaminhamento limitaria em demasia a importância do conhecimento científico na formação do indivíduos, pois é sabido que apenas uma minoria deles desempenharão atividades onde o conhecimento científico é ferramenta profissional. Limitando o conhecimento científico escolar a desempenhar tal função, impedimos que ele se torne ferramenta de interpretação no cotidiano dos estudantes. Pesquisas têm revelado que em muitas ocasiões, os estudantes, mesmo tendo conhecimentos científicos sobre determinados assuntos, aferidos no contexto escolar, recorrem a concepções não científicas quando confrontados com problemas ou questões relacionadas diretamente ao mundo físico. Como afirmamos acima, o conhecimento científico constitui-se numa forma privilegiada historicamente de representação do real, e é essa característica que deve garantir sua posição nos currículos. Por que então que ele é preferido pelo conhecimento alternativo, desenvolvido pelo próprio aluno. Poderíamos optar pela afirmação de que o conhecimento aparentemente aferido pela escola como incorporado pelo aluno, na verdade não o foi. Isso sugere como solução uma intensificação nas estratégias de construção do conhecimento. Culpa-se portanto a eficiência do processo e sua aferição. Todavia, a nosso ver, não se trata apenas de melhorar a eficiência do ensino, mas na importância que tem sido dada ao aspecto funcional do conhecimento científico para o cidadão.

MUITO POUCA COISA TEM SIDO FEITA PARA QUE OS ALUNOS PERCEBAM QUE O CONHECIMENTO CIENTÍFICO APRENDIDO NA ESCOLA SERVE COMO FORMA DE INTERPRETAÇÃO DO MUNDO QUE O CERCA. SEM IRMOS MUITO LONGE NESSA DIREÇÃO, NÃO PARECE QUE OS ALUNOS PERCEBEM QUE AS TEORIAS CIENTÍFICAS PERMITEM A CONSTRUÇÃO DE EXPLICAÇÕES ENGENHOSAS SOBRE OS FENÔMENOS QUE ELES PRESENCIAM NO SEU DIA-A-DIA. A COR DO CÉU, AS SENSAÇÕES TÉRMICAS DOS OBJETO, A APARÊNCIA DE SUPERFÍCIES POLIDAS E OUTRAS SITUAÇÕES SEM RESPOSTA NA ESCOLA MAIS PARECEM INDICAR UMA INCOMPATIBILIDADE ENTRE O CONHECIMENTO CIENTÍFICO ENSINADO E AS SITUAÇÕES VIVENCIADAS NO COTIDIANO. O CONHECIMENTO CIENTÍFICO APRENDIDO PELOS ESTUDANTES PARECE INCAPAZ DE OPERAR SOBRE ESSAS SITUAÇÕES; PIOR, AS VEZES LEVA-OS A CONCLUSÕES CONTRÁRIAS AQUELES OBSERVADAS. NESSAS CONDIÇÕES É MUITO DIFÍCIL PARA UM ESTUDANTE ABANDONAR SUAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS. FICANDO A CIÊNCIA RESTRITA APENAS ÀS SITUAÇÕES ESCOLARES.

Nesse sentido, acredito que se deve re-inserir com urgência a *realidade* como objeto da educação científica. Não nos moldes determinados pelo empiricismo ingênuo, mas enfatizando o conhecimento construído pela ciência como esboços da realidade. Para isso, é necessário a ampliação do *construtivismo processual* para um *construtivismo ontológico* (falta de melhor termo). Nele a realidade passa a ser o objetivo final da educação científica, que deve porém ser perseguida pela construção de *modelos*.

Sobre Modelos e modelização na visão de Mario Bunge

Se o construtivismo educacional deve conter uma dimensão ontológica, devemos necessariamente buscar apoio em sistemas filosóficos que admitam a possibilidade de se alcançar a realidade, i. é, que tenham um perfil realista. Apresentaremos a seguir as idéias de Mario Bunge, um filósofo realista, em cujo sistema de pensamento os modelos desempenham papel central.

A discussão sobre modelos no seu trabalho se inicia pela análise de sua função na constituição do *conhecimento teórico* das ciências. Para ele, a capacidade de produzir conhecimento teórico é uma característica da ciência desenvolvida pelas sociedades modernas, pois nas sociedades pré-industriais crença, opinião e conhecimento pré-teórico eram suficientes. Para Bunge, o caráter teórico do conhecimento torna-se medida de progresso científico, mais do que o volume de dados empíricos acumulados. Ele se daria justamente pelo avanço teórico de determinado área da ciência em *apreender* o real. Nas suas palavras:

“Converter coisas concretas em imagens conceituais cada vez mais ricas e expandi-las em modelos teóricos progressivamente complexos e cada vez mais fiéis aos fatos, é o único método efetivo para apreender a realidade pelo pensamento.”¹¹

Dentro desse contexto, ele passa a precisar o papel desempenhado pelas teorias e sua relação com a realidade.

Com relação a isso Bunge coloca que “toda teoria específica”¹² é na verdade um **modelo matemático** de um pedaço da **realidade**. (1974, pag 10) Essa afirmação apresenta os principais elementos do debate epistemológico que ele pretende desenvolver, ou seja *Teoria, Modelo, Matemáticas e Realidade*

Bunge aborda os modelos na medida em que quer dar conta das relações existentes entre as teorias e os dados empíricos. Os modelos são colocados como intermediários entre as duas instâncias limítrofes do fazer científico: as teorias e a realidade. Ao longo de todo seu trabalho ficará claro que, embora de fundamental importância, as teorias por si só nada valem no contexto científico, pois sendo abstrações produzidas por nossa razão e intuição não se aplicariam *a priori* às coisas reais. Por outro lado, os dados empíricos apesar de mais próximos da realidade, não podem ser inseridos em sistemas lógicos e gerar conhecimento. Dessa aparente dicotomia entre *teórico* e *empírico*, é que é introduzida a modelização como instância mediadora.

Com efeito, B. define três elementos fundamentais no processo de teorização:

- 1- *Teoria geral* - que pelo fato de ser geral se aplica potencialmente a qualquer parte da realidade, mas é impotente por si só na resolução de problemas;
- 2- *Objeto-modelo* - que se constituem em imagens conceituais (e portanto abstratas) dos elementos pertencentes a um sistema real que se pretende interpretar através de uma teoria geral.
- 3- *Modelo teórico (ou Teoria específica)* – “...é um sistema hipotético-dedutivo que concerne a um objeto-modelo”¹³ e “..., é obtido pela adjunção de suposições subsidiárias a uma estrutura geral... cobrindo uma espécie em vez de um gênero extenso de sistemas físicos”¹⁴.

Os objetos-modelos são formulados através das propriedades comuns, ou admitidas como comuns de determinado grupo de objetos reais em foco. Apesar de um alto grau de realidade, não permitem nenhuma operacionalização que vá além do próprio estabelecimento de semelhanças. No extremo oposto temos as teorias gerais, que embora altamente operacionalizáveis (em função de sua estruturação matemática) não se referem a nada especificamente pertencente ao mundo real, embora possam vir a se referir pela adição de suposições adicionais.

A inter-relação entre os três elementos acima é exemplificada no seguinte trecho:

“Quando suposições e dados especiais respeitantes a um corpo particular [objeto-modelo] são associados à mecânica clássica e à teoria clássica da gravitação [teorias gerais], produz-se uma teoria especial [modelo teórico] sobre esse corpo. Temos deste modo teorias lunares, teorias sobre Marte, teorias sobre Vênus, e assim por diante.”¹⁵

B. coloca que esse processo teórico objetiva a interpretação de parte da realidade. Porém ela é sempre complexa e seus elementos particulares. A aproximação deve então ser obtida inicialmente através de simplificações (idealizações), onde classes de indivíduos equivalentes são elaboradas. Aos elementos pertencentes a essas classes atribui-se propriedades e características, que poderão então ser tratadas pelas teorias¹⁶. Temos o nascimento dos elementos conceituais (ou objetos-modelo), que serão enxertados em teorias gerais e gerarão teorias específicas sobre o domínio real em foco.

A força da teorização está justamente na capacidade das teorias gerais, que a princípio não dizem respeito a nenhum domínio do real, de, ao serem enxertadas desses objetos conceituais, produzirem representações da realidade, i. é modelos teórico.

Na tabela a seguir, Bunge apresenta uma lista de situações modelizadas pela ciência:

SISTEMA	OBJETO MODELO	MODELO TEÓRICO	TEORIA GERAL
Lua	Sólido esférico girando em torno do seu eixo, em rotação à volta de um ponto fixo, etc.	Teoria Lunar	Mecânica clássica e teoria gravitacional.
Luar	Onda eletromagnética polarizada plana	Equações de Maxwell para o vácuo	Eletromagnetismo clássico
Pedaço de gelo	Cadeia linear casual de contas	Mecânica estatística de cadeias casuais	Mecânica estatística
Cristal	Grade mais nuvem de elétrons	Teoria de Bloch	Mecânica quântica ¹⁷

O objeto-modelo passa a representar os objetos-reais e o modelo teórico o comportamento deles. Nesse sentido, o modelo teórico é um sistema hipotético-dedutivo, uma máquina de gerar proposições a partir de proposições iniciais, ou seja é possível realizar previsões a partir deles. As previsões são possíveis pois, em sendo uma rede de relações dedutivas, o modelo pode extrapolar as situações para as quais foi inicialmente construído e expor propriedades e comportamentos dos objetos-modelos nele inseridos.

“Uma teoria científica é um sistema hipotético dedutivo; isto é, um sistema baseado em hipóteses, i. é, enunciados que transcendem as observações no sentido de que dizem respeito a classes inteiras de fatos, não apenas àqueles que acontece serem observáveis.”¹⁸

Na tabela de exemplos acima, a *onda eletromagnética polarizada plana* passa a ser uma representação possível do *luar*, cujo comportamento pode ser obtido pelas relações básicas contidas na teoria eletromagnética clássica. De posse disso, explicar o comportamento de tal objeto (por exemplo, a formação de halos coloridos ao passar por uma fina camada gasosa durante a noite) assim como realizar previsões (como mostrar que a luminosidade se extingue quando a fazemos passar por um polarizador convenientemente direcionado, ou rotacionar o plano de polarização pela aplicação de um campo magnético) tornam-se tarefas possíveis através das relações ditadas pela teoria eletromagnética.

Dessa forma, fica definido que não é possível testar teorias gerais pois elas não dizem nada a respeito do mundo empírico (realidade), apesar de permitirem o estabelecimento de relações dedutivas. Apenas os modelos teóricos produzidos a partir deles podem ser submetidos ao crivo da experiência e por consequência serem refutados e gerarem problemas. Do mesmo modo não há sentido em se perguntar se um objeto-modelo é verdadeiro ou falso. Em sendo uma idealização mais ou menos arbitrária (em função das decisões do pesquisador), e mais ou menos vinculada aos interesses e possibilidades que a ciência tem em determinado momento, acaba por ter um status apenas convencional.

Isso fica claro nos seguintes parágrafos:

“O que se pode submeter a provas empíricas são tais modelos teóricos: as teorias [gerais] despreocupadas com particularidades permanecem **incomprováveis**, a menos que sejam enriquecidas com modelos de seus referentes”¹⁹.

e em outra passagem

“... estritamente falando as teorias gerais não são testáveis. De fato, por si mesmas, não podem resolver problemas particulares, por conseguinte, não podem originar quaisquer **predições específicas**. Só modelos teóricos podem ser confrontados com os dados... são testáveis, e são-no em virtude de conterem objetos-modelos definidos”²⁰.

B. entende os modelos como capazes de representar a realidade. Mas ele vai além, atribuindo-lhes papel de *simulador* do real, ao dizer que todo modelo teórico deve, cedo ou tarde, definir mecanismos internos que dêem sustentação às relações nele existentes. Nesse sentido, as coisas são o modelo teórico que as representa, e sua essência passaria então a ser determinada pelos *mecanismos hipotéticos ou escondidos*, nele presentes. Ele diz:

“... cumpre considerar seriamente os **mecanismos hipotéticos**, como representando as entranhas da coisa, e cumpre dar prova desta convicção realista (mas ao mesmo tempo falível) imaginando experiências que possam pôr em evidência a realidade dos mecanismos imaginados.”²¹

“Uma hipótese dos **mecanismos escondidos** só poderá ser considerada como confirmada se satisfizer as seguintes condições: explicar o funcionamento observado, prever fatos novos além do previsíveis por modelo de caixa-negra²² e concordar com a massa de leis conhecida”²³.

A denominação de mecanismos *escondidos* não diminui sua acepção realista, mas apenas indica que eles não são acessíveis à percepção, mas inferidos teoricamente a partir dos modelos. Como todo modelo contém um certa dose de aposta teórica, a sua falibilidade deve ser constantemente considerada. Nesse sentido a confiança nos modelos deve ser criticamente guiada por testes e previsões. Assim, os mecanismos hipotéticos só ganhariam status de “coisas” quando pudessem de alguma forma receber confirmação empírica.

Com efeito, os modelos funcionariam como “dubles” da realidade. A proposição dos objetos-modelo com suas propriedades específicas circunscritas pelos modelos habilitariam os cientistas a abandonar provisoriamente a realidade e toda sua complexidade, e aprofundar-se nas relações internas ao mesmo.

Nesse sentido, os modelos teriam valor *ontológico*, pois seriam, aproximadamente e provisoriamente a realidade, mesmo que circunscritos local e temporalmente.

Ainda sobre a forma de conceber os modelos, Bunge faz questão de diferenciar modelos com objeto *literais* (ou *não-familiares*) daqueles com objetos *analógicos* (ou *familiares*). Pelo fato de qualquer objeto concreto poder ser modelizado de diversas formas, ele não diferencia essas duas categorias do ponto de vista funcional: ambas classes de idealização podem ser engastadas em teorias gerais e produzir modelos teóricos. O único critério seletivo presente nesse processo é o resultado obtido com esses modelos. Dessa forma, a familiaridade ou não dos objetos presentes num modelo teórico não serve de critério para a validação de modelos, a explicação e a previsibilidade constituir-se-iam em tais critérios. Modelos teóricos eficientes providos de objetos familiares (analógicos) são uma sorte de caráter *psicológico*, pois contentaria nossa inclinação em procurar explicar os mecanismos escondidos através de esquemas conhecidos.

Nesse ponto, B. sublinha que uma explicação não precisa ser necessariamente metafórica. Ele diz que “não rejeitaremos a explicação metafórica inteiramente: será tolerada, *faute de mieux*, no período de construção da teoria”. FF pag 129. Ou seja, uma explicação pode ser feita metafóricamente quando o problema focalizado ainda não dispuser de uma teoria específica e de objeto-modelo apropriados. Por exemplo, as primeiras teorias do calor e da corrente elétrica procuravam explicá-los a partir de analogias hidrodinâmicas: eles eram pensados como *fluidos incompressíveis*, um objeto-modelo construído para os líquidos em geral, e que inserido na mecânica clássica havia gerado modelos eficientes. A explicação é metafórica na medida em o calor e corrente elétrica não eram tomados como um fluido incompressível, mas apenas pensados como se fossem tal objeto. Nesse caso além da metáfora, temos também uma analogia, visto que o objeto-modelo transladado para as teorias do calor e da corrente elétrica também possui representação familiar (bolinhas extremamente duras interagindo através de choques)

Como comentário final, gostaríamos de dizer que para Bunge os modelos são a essência do próprio trabalho científico. Existiria no processo de produção de modelos, a passagem progressiva do real-percebido ao real-idealizado. Esse processo iniciaria-se pelas idealizações das situações tratadas que resultariam nos **objetos-modelos**, e terminaria pela construção dos **modelos teóricos**, que seriam as estruturas que emulariam o real através de sistemas conceituais hipotético-dedutivos. Para chegar-se a eles, é necessário a construção de **objetos-modelos** e sua incorporação numa **teoria geral**, que por ser geral não se pronuncia diretamente sobre a realidade.

Mas não se deve interpretar a obtenção de modelos como uma atividade meramente racional ou mecânica. Apesar de vincular-se aos aspectos empíricos dos fenômenos enfocados, trazidos pela observação e pelos resultados de experiências, a modelização é uma atividade criadora. Nela inserem-se as preferências pessoais, as paixões intelectuais e a bagagem de conhecimentos anteriores do cientista, balanceadas e organizadas pela *intuição* pela razão²⁴.

Segundo Bunge, “nenhuma destas componentes do trabalho científico – observação, intuição e razão – pode, por si só, nos dar a conhecer o real. Elas não passam de aspectos diversos da atividade típica da pesquisa contemporânea: a construção de modelos teóricos e sua comprovação.”²⁵

Comentários finais

Ao introduzirmos a modelização como objeto do ensino de Física estaremos instrumentalizamos os alunos a representarem a realidade a partir das teorias gerais. A preocupação com o contexto de construção do conhecimento científico não deve ser deixado de lado, mas submetido ao objetivo maior da educação científica que é o de assegurar ao indivíduo uma melhor relação com seu ambiente. A explicação e exemplificação das teorias físicas como algo capaz de nos fornecer um quadro da realidade, mesmo que ele seja pintado em diversos estilos diferentes, gera competição (no aspecto positivo do termo) entre as concepções científicas e as concepções alternativas. A possibilidade de comparação e a tomada de decisões de que forma representar a realidade tornará os alunos mais críticos e mais capazes de desfrutar dos *insights* que tem apaixonados pesquisadores ao longo dos tempos.

¹Parcialmente financiado pelo CNPq

²Ogborn, 1997.

³Abrantes, 1998, p. 61.

⁴Ibid, p. 62

⁵Para um idéia da produção nessa área de pesquisa, ver Duit, 1994. Sobre benefícios e críticas ao paradigma construtivista na educação científica, ver Millar 1989 e mais recentemente Ogborn 1997.

⁶Para um idéia da produção nessa área de pesquisa, ver Duit, 1994. Sobre benefícios e críticas ao paradigma construtivista na educação científica, ver Millar 1989 e mais recentemente Ogborn 1997.

⁷Chevalard, 1985.

⁸Chevalard, 1985.

⁹A meu ver, os *conflitos cognitivos* de inspiração piagetiana, são transpostos para o contexto das pesquisa em ensino de ciências desprovvidos de seu principal elemento, a o referente *real* presente nos fenômenos que se pretende interpretar.

¹⁰No sentido que enfatiza a análise dos períodos de *Revolução Científica* em detrimento das práticas mais próximas da *Ciência Normal*. Ver Abrantes, 1998.

¹¹idem, p. 12

¹²Os negritos são acrescentados por mim, enquanto o itálico representará grifo presente no próprio texto

¹³idem, pag 16.

¹⁴Bunge 1973, pag 53

¹⁵idem, pag 54

¹⁶Bunge 1974, p. 13.

¹⁷Bunge 1973, pag 53.

¹⁸idem pag. 57

¹⁹Bunge 1974, p. 32

²⁰Bunge 1973, pag. 56

²¹Bunge 1974, p.19

²²A referência aos modelos de caixa-negra é entendido aqui como a mais simples versão de um modelo teórico, do qual não se conhece nenhum mecanismo interno, mas apenas relações dedutivas entre variáveis externas. Mais adiante Bunge procederá a uma classificação de modelos teóricos em termos de *caixa-negra* e *caixa-translúcida*.

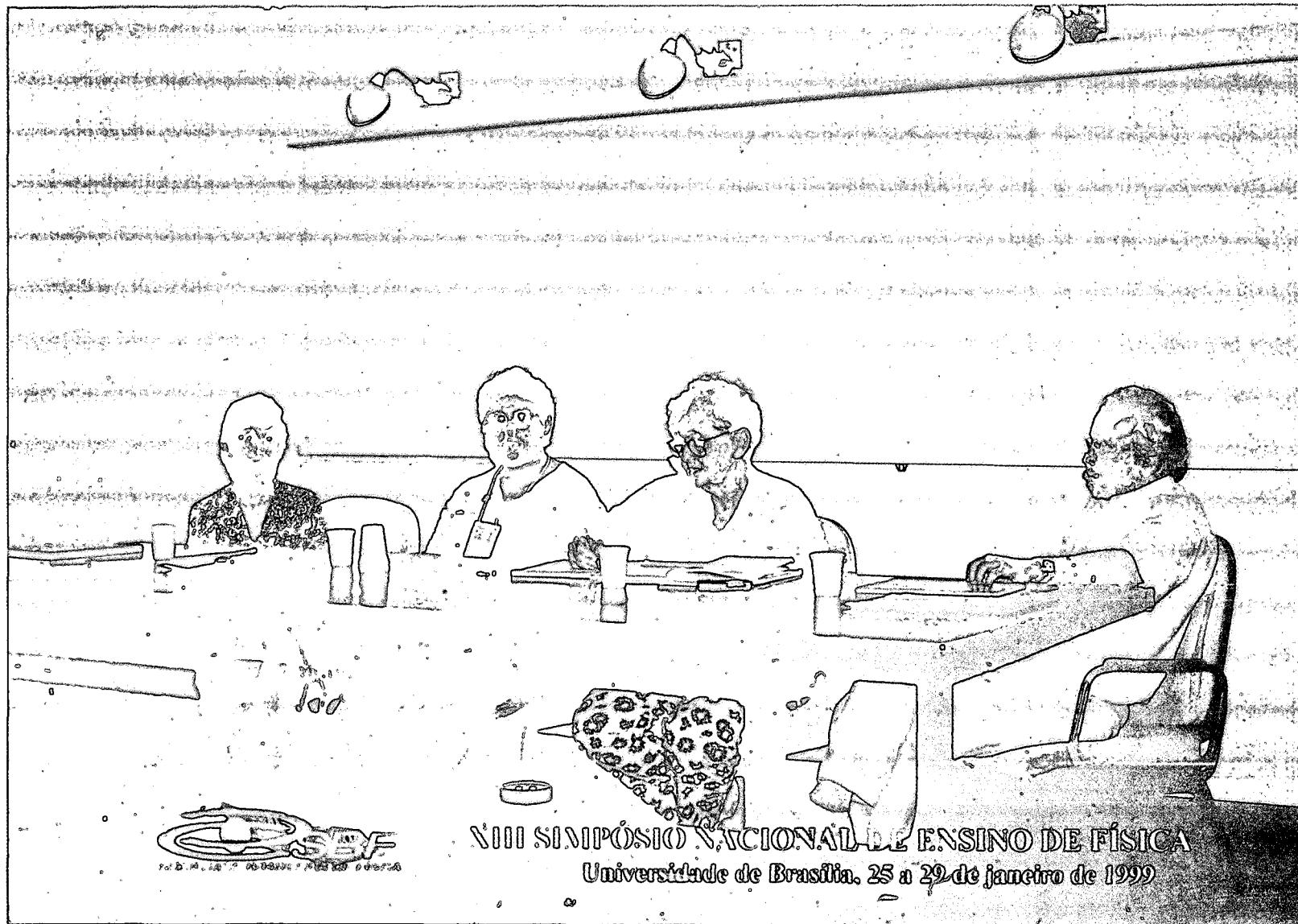
²³Idem, pag.21

²⁴Idem, pag.21

²⁵idem, pag. 30

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Abrantes, Paulo, 1998, “Kuhn e a noção de ‘Exemplar’”, *Principia*, vol. 2, n. 1, 1998
2. Bunge, M. 1973, *Filosofia da Física*: edições 70, Lisboa, Portugal.
3. ----- 1974, *Teoria e Realidade*: editora perspectiva S.A., SP, 1974
4. Driver, R.1979, *The pupil as scientist*. Paper presented to the GIREP conference, Rehovot, Israel, 1979.
5. Chevallard, Y.: 1985, *La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné*, La pensée Sauvage, Grenoble, 1985.
6. Kuhn, T. S.: 1970, *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University press, 2 edit, Chicago, EUA.
7. Millar, R. 1989, “Constructivisme Criticism”, *International Journal of Science Education*, 1989, 253 - 268.
8. Ogborn, J. 1997, “Constructivist metaphors of learning science”, *Science & Education* 6: 121-133, 1997.
9. Santos, Flávia, 1996, *Do Ensino de ciências como mudança conceitual à fronteira de uma abordagem afetiva*, dissertação de mestrado, CED, UFSC, 1996.



VIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA
Universidade de Brasília, 25 a 29 de janeiro de 1999



MESAS REDONDAS

MR A1: O currículo de Física para o Ensino Médio e Profissional na perspectiva das diretrizes curriculares nacionais

Coordenação: Susana L. de Souza Barros - IF/UFRJ

MR A2: As diretrizes curriculares para o ensino superior

Coordenação: Eliana dos Reis Nunes - IF /UnB

MR A3: A pesquisa em Ensino de Física e as pós-graduações em Ensino de Ciências e Ensino de Física

Coordenação: Isabel Martins - ColTec/UFMG

MR B1: Ensino de Física e a Educação não formal: espaços alternativos de aprendizagem

Coordenação: José Eduardo Martins - IF/UnB

MR B2: Linguagens da Física: o discurso do professor e o ensino de Física na escola

Coordenação: Maria Lúcia Vital dos Santos Abib

MR B3: Física Moderna e Contemporânea: desafios para o ensino médio

Coordenação: Eduardo A. Terrazzan - FE/UFSCM

MR C1: Formação em Física dos professores de Ciências do ensino fundamental

Coordenação: Eliana dos Reis Nunes - IF /UnB

MR C2: Experiências atuais na formação continuada de professores de Física

Coordenação: Maria de Fátima R. Makiuchi - IF /UnB

MR C3: Novas tecnologias: velhos hábitos??

Coordenação: José Eduardo Martins - IF/UnB

Mesa Redonda A1: O currículo de Física para o ensino médio e profissional na perspectiva das diretrizes curriculares nacionais

Prof. Luis Carlos de Menezes - IF/USP

Profª Ana Tereza Filipecki - SENAI/CETIQT-RJ

Prof. Orzenil Bonfim Júnior - UNAB

COORDENAÇÃO: Profª Susana de Souza Barros - IF/UFRJ

O CURRÍCULO DE FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO E PROFISSIONAL NA PERSPECTIVA DAS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS (DCNS)

Ana Filipecki

Senai-Cetiqt -Rio de Janeiro

a.filipec@cetiqt.senai.br

Gostaria de iniciar minha apresentação abrindo “virtualmente” dois endereços na internet: www.mec.gov.br/EnsPes/Modalid/mo_prof.htm e www.dn.SENAI.br. Utilizarei excertos dessas páginas para introduzir algumas reflexões sobre os possíveis impactos das *Diretrizes Curriculares Nacionais* no currículo de Física das escolas do SENAI.

O SENAI, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, órgão diretamente ligado à Confederação Nacional da Indústria – CNI – foi criado através do Decreto-Lei nº 4.084, de 22.01.1942, assinado pelo Presidente da República Getúlio Vargas.

Segundo Medeiros (1987), na época de sua fundação o SENAI recebeu como “herança” a experiência acumulada pelo ensino ferroviário no desenvolvimento e aplicação de métodos racionais de aprendizagem industrial (denominada *instrução racional*) ao incorporar o Centro Ferroviário de Ensino e Seleção Profissional de São Paulo (CFESP). Além de transferir seu patrimônio material, o Centro cedeu seu acervo metodológico e intelectual constituído de planos, projetos, estudos e conjunto de *séries metódicas*¹ elaboradas durante os 15 anos em que se desenvolveram as atividades do ensino ferroviário. A autora destaca o papel que as estradas de ferro tiveram na evolução do ensino industrial no Brasil por sua ligação com os fatores de desenvolvimento do capitalismo no país; a formação de força de trabalho para os transportes ferroviários serviram de modelo à indústria em geral.

O Centro Ferroviário de Ensino e Seleção Profissional havia sido criado em julho de 1934 pelo IDORT (Instituto de Organização Racional do Trabalho de São Paulo), instituição fundada em 23/7/31, responsável pela difusão sistemática da doutrina ORT (Organização Racional do Trabalho) no Brasil. No âmbito da difusão do ORT no Brasil, segundo Medeiros, a criação do Centro Ferroviário de Ensino e Seleção Profissional foi a sua mais importante realização.

O período que antecedeu à criação do IDORT corresponde àquela em que a industrialização no Brasil, mais especialmente em São Paulo, tomava novo impulso induzido pela utilização de maquinaria mais avançada. Esta exigia consequentemente maior divisão do trabalho e estimulava a especialização, sinônimo da organização racional do trabalho, o que conduzia os donos de fábrica, a adotarem os procedimentos racionais em suas empresas. (...) (Medeiros, 1987, p.96)

Além das “séries metódicas” de aprendizagem, idealizadas e divulgadas pelo professor Roberto Mange², outra novidade introduzida nesta mesma época no sistema ferroviário foi a pré-seleção de candidatos aos cursos de aprendizes de ofícios e a seleção propriamente dita para os cargos de acesso a diferentes funções, tendo por base a aplicação de psicotécnica.

É interessante resgatar esse aspecto histórico não apenas pelo papel que as séries metódicas desempenharam no ensino profissional do SENAI, marcando profundamente suas práticas pedagógicas, como também nos impele a confrontar o passado com o contexto econômico-social atual.

Hoje, a Missão do Sistema SENAI, conforme estabelecido no seu Plano Estratégico 1996-2010 é

Contribuir para o fortalecimento da indústria e o desenvolvimento pleno e sustentável do país, promovendo a educação para o trabalho e a cidadania, a assistência técnica e tecnológica, a produção e disseminação de informação e a adequação, geração e difusão da tecnologia.

O NEGÓCIO central do SENAI continua a ser a Educação para o Trabalho, “com ações diferenciadas conforme as necessidades do cliente e com retração nas modalidades não demandadas ou com demanda declinante”. É importante ressaltar a coerência entre o posicionamento do SENAI e a orientação atual estabelecida pelo MEC no que tange a identificação das demandas para o Ensino Técnico.

A Instituição tem como uma de suas metas de curto e médio prazos a *flexibilização do modelo de ensino/aprendizagem* e entre “as coordenadas estratégicas de longo prazo”, destacamos:

Consolidação e expansão (fortalecimento) do mercado – atualização tecnológica dos produtos; atuação centrada nas cadeias produtivas; atuação nas ocupações baseadas no uso intensivo das tecnologias de informação e comunicação (teletrabalho – “ocupações virtuais”); orientação para os mercados nacional e internacional.

Dentre os objetivos, de curto e médio prazos, do Plano Estratégico 1996-2010 do Sistema SENAI, destacamos: o desenvolvimento de programas de reconversão profissional interna e externamente, dentro de um conceito de educação permanente e atuação nas diferentes cadeias produtivas, priorizando os segmentos de alta tecnologia e os segmentos dos “amortecedores sociais.

A ampla reestruturação tecno-organizacional do Sistema SENAI a partir do início da década de 90, caracteriza as profundas alterações nas interações sociais no meio de produção, nos mercados de trabalho e de consumo e na política nacional. Diversas ações foram implementadas no Sistema SENAI para atualizar e fortalecer seu papel histórico na educação para o trabalho. Nesse sentido, fundou, em parceria com a Confederação Nacional das Indústrias e com a UNESCO, o **Centro Internacional para a Educação, Trabalho e Transferência de Tecnologia** – CIET. O Centro tem “o objetivo de estudar, antever e propor soluções para minimizar os impactos da globalização sobre as atividades da indústria brasileira, especialmente no que se refere à formação dos trabalhadores, às questões do emprego e às novas tecnologias e processos de produção”.

Outra ação do Sistema SENAI sintonizada com o processo de implantação de inovações tecno-organizacionais no mundo do trabalho e seus impactos sobre a educação profissional foi a institucionalização dos Centros Nacionais de Tecnologia – CENATECs.

São Centros que atuam na capacitação de técnicos industriais em nível de 2º grau, acrescidos das práticas de extensão tecnológica, consultoria às empresas, difusão da informação tecnológica, certificação de qualidade e de desenvolvimento experimental de produtos e processos direcionados para o setor industrial em sua área de competência.

O SENAI realiza os três níveis da Educação Profissional: Básico, Técnico e Tecnológico. No que tange ao nível Básico - *destinado à qualificação, requalificação e reprofissionalização de trabalhadores independente de escolaridade prévia* e ao nível Técnico - *destinado a proporcionar habilitação profissional a alunos matriculados ou egressos do ensino médio*, conforme estabelece o Decreto nº 2.208, poderíamos dizer que temos familiaridade e experiência.

Vivenciamos já algum tempo as contradições e incertezas da qualificação e habilitação profissional decorrentes das profundas alterações no mundo do trabalho. Do ponto de vista do fazer pedagógico, seja nas escolas, seja nos CENATECs, o maior desafio é alcançar a agilidade e a flexibilidade institucional necessária para atender as demandas atuais e futuras, inovando metodologicamente. Decidir sobre a criação, manutenção ou extinção áreas/cursos de formação significa romper com valores instituídos e práticas cristalizadas a nível local, regional e nacional.

No que tange a efetividade das ofertas de formação profissional a nível básico, um aspecto da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação que deve ser enfatizado é o da **certificação**. Os certificados de qualificação profissional emitidos pelo SENAI tiveram sempre um cunho restrito. Hoje, eles devem adquirir o reconhecimento necessário para permitir ao trabalhador mobilidade no mercado de trabalho em termos geográficos - tendo em vista o Mercosul e as regiões de incentivos fiscais – e flexibilidade no sentido de conduzir o trabalhador através da formação continuada à níveis de escolarização técnico e tecnológico, a fim de ampliar a empregabilidade dos profissionais.

Nessa perspectiva, o Departamento Nacional e o Departamento Regional de São Paulo estão desenvolvendo o projeto de **Certificação Profissional Baseado em Competências**. O Projeto, alinhado às prerrogativas da nova LDB e com base nos perfis profissionais exigidos pelo mercado de trabalho, visa (...) *instituir mecanismos, instrumentos, procedimentos e critérios, destinados a sistematizar o processo de certificação através de ações que possibilitem levar à prática, por meio de providências concretas, o Sistema de Certificação³.*

Quanto à oferta de cursos do antigo 2º grau técnico, cujas grades curriculares estão previstas no Parecer 45/72 que complementa a Lei de Diretrizes e Bases anterior, até o presente momento são de três tipos: Curso Técnico Regular (CT), Técnico Especial (CTE) e Curso de Qualificação III/IV (CQPIII e CQPIV).

O primeiro confere o diploma de técnico industrial, tem duração mínima de 2.200 horas, nas quais se incluem 1.200 horas de conteúdo profissionalizante e a necessária complementação do exercício profissional (estágio). O conteúdo profissionalizante é ministrado concomitantemente com os estudos de educação geral. Refere-se a formação técnica de alunos que possuem o diploma de conclusão do antigo 1º grau. Sua duração média é de 7 semestres.

Os Cursos Técnicos Especiais (CTE)/ Cursos de Qualificação Profissional (CQP IV) são destinados aos candidatos que tenham concluído o 2º grau. Conferem Certificado de Qualificação Plena em nível de 2º grau ou Diploma Técnico. Constam de, no mínimo, 1.200 horas de conteúdo profissionalizante e o estágio obrigatório.

O Curso Técnico Especial Modularizado (CTE – CQP III/CPQ IV) é “constituído por etapas progressivas e integradas, com unidades de conteúdos intercambiáveis, com flexibilização de unidades de entrada e saída, com intercomplementariedade livre e aberta, consubstancia-se num itinerário de níveis cada vez mais elevados de competência para o trabalho (...)”⁴.

Historicamente, os cursos técnicos do SENAI começaram a ganhar impulso a partir da segunda metade da década de 60, “procurando sempre atender às áreas que não eram privilegiadas pelas Redes

Federal e Estadual de Educação" (id., p.14). A década de 70 foi marcada pela implantação do CTE e a criação de novos cursos técnicos (eletrônica, têxtil, fundição, celulose e papel, curtimento, artes gráficas, cerâmica, mecânica de precisão e instrumentação). Com a emergência da microeletrônica aplicada à automação, o setor industrial sofreu modificações importantes na década de 80, o que levou o SENAI a ampliar a oferta de cursos técnicos, "privilegiando áreas como eletrotécnica, a eletrônica e a instrumentação, dentre outras (...). O SENAI ostenta um quadro de mais de quarenta cursos técnicos distintos, ministrados em, aproximadamente, sessenta Unidades Operacionais próprias, abrangendo dezesseis Estados da Federação" (Quadro II).

É importante observar que dos 84 cursos ofertados, apenas 12 são do tipo CT, os demais 72 cursos correspondem ao tipo CTE. Até 2001 este quadro deverá sofrer alterações em virtude da extinção dos cursos do tipo CT nos Departamentos Regionais e no Cetiqt (Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil), decorrente da desvinculação entre o Ensino Médio e o Ensino Técnico introduzida pela Lei nº 9.394. Reflete, de certa forma, o alinhamento dos Departamentos Regionais com a postura estratégica do Sistema Senai em buscar a "alternativa mais econômica de educação para o trabalho e disseminação tecnológica", entendendo que não caberia ao Sistema SENAI realizar o Ensino Médio e sim absorver democraticamente todos os alunos do sistema de educação básica.

No caso do Cetiqt, localizado no Rio de Janeiro, tendo sido o primeiro curso técnico do SENAI, o processo de decisão foi longo e difícil. Com características nacionais, isto é, atendendo a alunos oriundos de diversos estados do Brasil, o Curso Técnico Regular do Cetiqt foi criado em 1949. Na última década, no entanto, a demanda por esse curso foi se transformando, caracterizando-se por um perfil de candidato de classe social menos favorecida e média-baixa, oriundo da cidade do Rio de Janeiro, sem orientação profissional na área têxtil, atraído simultaneamente pelo diploma de 2º grau, pela perspectiva de emprego e pela excelente infra-estrutura material e humana que o Centro dispõe. O Cetiqt é um CENATEC que realiza formação profissional para a cadeia têxtil, em níveis básico e técnico, nas áreas de Química Têxtil, Fiação, Malharia e Confecção. Oferece o curso de Moda e Estilo aos alunos egressos do antigo 2º grau e em Março de 98 introduziu o primeiro curso de engenharia do Sistema SENAI: a ENGENHARIA INDUSTRIAL TÊXIL - FEITex. Seguindo a trajetória do DR-SP, optou por não oferecer o ensino médio e estabelecer convênios com escolas da rede pública e particular para possibilitar a concorrência do ensino médio e técnico, mantendo o vestibular aos cursos técnicos.

Qual o impacto dessa decisão sobre o ensino de Física nas escolas do SENAI? A princípio uma redução no número de docentes licenciados em Física. Outros técnicos-docentes passam a ter campos de ação reduzidos: orientadores educacionais, orientadores pedagógicos, professores de Matemática e Educação Física, por exemplo. É importante lembrar que a grosso modo o docente que ministra as disciplinas da formação geral tem um perfil diferenciado daqueles que ministram as disciplinas técnicas. Dentro do Sistema SENAI é elevado o número de docentes/ instrutores/monitores da área técnica que não possuem o 3º grau e/ou não receberam formação pedagógica, sendo este fato um dos vetores responsáveis pelo desenvolvimento do Projeto de "Formação de Formadores" do Departamento Nacional e da criação do Centro SENAI Fundação Romi - Formação de Formadores, em Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo.

Retomando a questão do Ensino de Física nas escolas do Sistema SENAI, observamos, através da análise das grades curriculares, que a maioria dos Cursos Técnicos Especiais (CTEs), oferece a disciplina Física Aplicada/Industrial/Complementar. Há cursos como, por exemplo, o *Técnico em Automação Industrial*, do Departamento Regional de Minas Gerais, em que não há uma disciplina específica de Física Industrial; os conceitos físicos são abordados em matérias como Eletricidade (80 horas), Termodinâmica (30) e Mecânica (180). Nos cursos de *Informática Industrial* de várias Escolas do Sistema ocorre o mesmo. Há cursos que apresentam em suas grades curriculares a disciplina Ciências Aplicadas à área específica, como por exemplo, *Ciências Aplicadas à Construção Civil* (*Técnico em Construção Civil e Desenhista de Construção Civil*); *Ciências Aplicadas à Refrigeração* (*Assistente Técnico de Ar-Condicionado e Ventilação e Técnico em Refrigeração e Ar-Condicionado Técnico De Refrigeração Industrial*). É interessante observar a ausência da matéria/disciplina Física nos cursos de Plástico/Borracha. No curso de Auxiliar Técnico de Mecânica Geral (CAT/DR/PA) encontramos a disciplina Ciências Físicas e Biológicas

(150 horas). O quadro III apresenta a carga horária de Física Aplicada/Industrial/Complementar oferecida atualmente nos cursos técnicos especiais. É interessante observar as diferenças entre a carga horária de Física Aplicada no mesmo curso em diferentes Escolas: Técnico em Celulose e Papel; Técnico em Cerâmica; Técnico em Eletrônica; Técnico em Calçados; Técnico em Instrumentação e Técnico em Confecção do Vestuário. De modo geral, a disciplina Física Industrial é ministrada por docentes graduados em Engenharia que a) não adotam livro-texto, b) utilizam laboratórios didáticos, recursos audiovisuais e informática e c) realizam abordagem tecnológica. No caso específico do Cetiqt, a Física Industrial ainda não desenvolveu um enfoque tecnológico têxtil. Metodologicamente, faz uso de sua infraestrutura laboratorial e informática, limitando-se às estratégias de ensino mais "inovadoras" a casos isolados. Com a introdução do Curso de Engenharia Industrial Têxtil, em Março de 1998, o ensino de Física em nível técnico sofreu os efeitos positivos da contratação de um docente-doutor - dedicado a pesquisa em aplicação dos recursos telemáticos à Educação e com ampla experiência no ensino de Física do antigo 3º grau - tendo como uma de suas atribuições a orientação de docentes. Tendo em vista o processo de inserção do SENAI na Educação

Profissional em nível tecnológico, é bem provável que outras escolas sintam efeitos similares na elevação da formação de seus técnicos-docentes que atuam nos níveis básico e técnico.

O quadro de mudanças estruturais em que estamos envolvidos e o fato das Diretrizes Curriculares Nacionais e os currículos básicos para os cursos profissionalizantes de nível técnico, estabelecidos respectivamente pelo MEC e pelos sistemas, ainda não terem sido divulgadas, criam restrições ao debate sobre os DCNs no Ensino de Física das escolas do Sistema SENAI. Quais serão seus efeitos sobre o ensino de Física na Educação Profissional de nível técnico? Não sabemos. Se “as Competências e Habilidades a serem objetivadas em Física”, descritas no documento *Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias no Ensino Médio*⁶, forem nacionalmente materializadas, os resultados, sem dúvida, terão impactos sobre a formação profissional de nível médio e tecnológico.

Gostaria de finalizar essa apresentação fazendo duas provocações. A primeira refere-se ao texto de Mello (1998): *O trabalho é o contexto mais importante da experiência curricular no ensino médio, de acordo com as diretrizes traçadas pela LDB em seus artigos 35 e 36. O significado desse destaque deve ser devidamente considerado: na medida em que o ensino médio é parte integrante da educação básica e que o trabalho é princípio organizador do currículo, muda inteiramente a noção geral acadêmica ou, melhor dito, academicista. O trabalho já não é mais limitado ao ensino profissionalizante. Muito ao contrário, a lei reconhece que nas sociedades contemporâneas todos, independentemente de sua origem ou destino sócio-profissional, devem ser educados na perspectiva do trabalho enquanto uma das principais atividades humanas, enquanto campo de preparação profissional, enquanto espaço de exercício de cidadania, enquanto processo de produção de bens, serviços e conhecimento.*

- Estamos indo na contra-mão da história ao enfatizarmos o trabalho como princípio educativo ou incentivando um compromisso político-social com a geração permanente de empregos, rejeitando a possibilidade de uma sociedade do não-trabalho?
- Num contexto de crise econômica, como desenvolver “metodologias de ensino diversificadas, que estimulem a reconstrução do conhecimento e mobilizem o raciocínio, a experimentação, a solução de problemas e outras competências cognitivas superiores” (Resolução CEB Nº 3, de 26 de Junho de 1998, Art.5º, III), sem vontade política e disposição institucional local para converter dedicação e boa vontade de docentes em tempo para aquisição de conhecimento, produção intelectual e reconhecimento profissional?

Quadro III

Carga Horária da Disciplina Física Industrial/Aplicada/Complementar nos Cursos Técnicos Especiais Do Sistema SENAI⁷

CURSOS	CARGA HORÁRIA
ALIMENTOS/BEBIDAS	
TÉCNICO EM CERVEJARIA - CTE (DR/RJ)	100
TÉCNICO EM CONTROLE DE QUALIDADE DE ALIMENTOS - CTE (DR/RJ)	80
TÉCNICO EM PROCESSAMENTO DE CARNES E DERIVADOS - CTE (DR/RJ)	80
TÉCNICO EM PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS - CTE (DR/RJ)	80
ARTES GRÁFICAS	
TÉCNICO EM ARTES GRÁFICAS - CTE (DR/SP) - SENAI "Theobaldo De Nigris"	38
TÉCNICO EM ARTES GRÁFICAS - CTE (DR/SP)	38
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	
TÉCNICO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL- CTE (DR/RS)	Mecânica/Física - 190
AUTOMOBILÍSTICA	
AUXILIAR TÉCNICO EM MECÂNICA DE AUTOS - CAT(DR/PA)	60
CELULOSE/PAPEL	
TÉCNICO EM CELULOSE E PAPEL - CTE (DR/PRJ)	72
TÉCNICO EM CELULOSE E PAPEL - CTE (DR/SP)	152
CERÂMICA	
ASSISTENTE TÉCNICO DE VIDROS - CAT (DR/SP)	20
TÉCNICO EM CERÂMICA - CTE (DR/SC)	85
TÉCNICO EM CERÂMICA - CTE (DR/SP)	20
CONSTRUÇÃO CIVIL	
TÉCNICO EM INSTALAÇÕES DE EDIFICAÇÕES - CTE (DR/RJ)	40
CONSTRUÇÃO NAVAL	
TÉCNICO EM ESTRUTURAS NAVAIS – CTE(DR/SC)	60
COURVO/CALÇADOS	
MODELISTA TÉCNICO EM CALÇADOS – CTE (DR/PB)	80
TÉCNICO EM CALÇADOS - CTE (DR/PB)	80
TÉCNICO EM CALÇADOS - CTE (DR/SP)	0
TÉCNICO EM CALÇADOS - CTE (DR/RS)	0
TÉCNICO EM CURTIMENTO - CTE (DR/PB)	80
TÉCNICO EM CURTIMENTO - CTE (DR/RS)	144

CURSOS	CARGA HORÁRIA
ELETRO-ELETRÔNICA/TELECOMUNICAÇÕES	
AUXILIAR TÉCNICO EM ELETRÔNICA - CAT (DR/SP)	38
TÉCNICO EM ELETRÔNICA - CTE (DR/MG)	0
TÉCNICO EM ELETRÔNICA- CTE (DR/SC)	60
TÉCNICO EM ELETRÔNICA - CTE (DR/SP)	38
TÉCNICO EM ELETROTECNICA - CTE (DR/GO)	42
TÉCNICO EM ELETROTECNICA - CTE (DR/PR)	0
TÉCNICO EM ELETROTECNICA AGROINDUSTRIAL - CTE (DR/MS)	60
AUXILIAR TÉCNICO EM ELETRICIDADE GERAL – CAT (DR/PA)	60
TÉCNICO EM ELETRÔNICA - CTE (DR/RS)	0
TÉCNICO EM ELETRÔNICA - CTE (DR/RJ)	0
TÉCNICO EM ELETRÔNICA - CTE (DR/SP)	0
TÉCNICO EM ELETROTECNICA - CTE (DR/MS)	60
TÉCNICO EM ELETROTECNICA - CTE (DR/SC)	45
TÉCNICO EM TELECOMUNICAÇÕES - CTE (DR/SP)	38
FUNDIÇÃO/METALURGIA	114
INSTRUMENTAÇÃO	
TÉCNICO EM INSTRUMENTAÇÃO - CTE (DR/RS)	72
TÉCNICO EM INSTRUMENTAÇÃO INDUSTRIAL - CTE (DR/ES)	50
TÉCNICO EM INSTRUMENTAÇÃO - CTE (DR/RJ)	80
TÉCNICO EM INSTRUMENTAÇÃO - CTE (DR/SP)	76
MECÂNICA	
TÉCNICO EM MECÂNICA - CTE (DR/CE)	42
TÉCNICO EM MECÂNICA - CTE (DR/GO)	42
TÉCNICO EM MECÂNICA - CTE (DR/MG)	0
TÉCNICO EM MECÂNICA - CTE (DR/MS)	60
TÉCNICO EM MECÂNICA - CTE (DR/MT)	0
TÉCNICO EM MECÂNICA - CTE (DR/PR)	0
TÉCNICO EM MECÂNICA - CTE (DR/RJ)	0
TÉCNICO EM MECÂNICA - CTE (DR/RS)	72
TÉCNICO EM MECÂNICA - CTE (DR/SC)	0
TÉCNICO EM MECÂNICA - CTE (DR/SP)	76
SANEAMENTO	
TÉCNICO EM SANEAMENTO - CTE (DR/PR)	36
TÉCNICO EM TRATAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIALIS - CTE (DR/RS)	108

Quadro III
Carga Horária da Disciplina Física Industrial/Aplicada/Complementar nos Cursos Técnicos Especiais do Sistema SENAI (continuação)

CURSOS	CARGA HORÁRIA
SEGURANÇA DO TRABALHO	
TÉCNICO EM SEGURANÇA DO TRABALHO - CTE (DR/CE)	40
TÉCNICO EM SEGURANÇA DO TRABALHO - CTE (DR/DF)	0
TÉCNICO EM SEGURANÇA DO TRABALHO - CTE (DR/GO)	0
TÉCNICO EM SEGURANÇA DO TRABALHO - CTE (DR/MT)	0
TÉCNICO EM SEGURANÇA DO TRABALHO - CTE (DR/PR)	0
TÉCNICO EM SEGURANÇA DO TRABALHO - CTE (DR/RO)	92
TÉCNICO EM SEGURANÇA DO TRABALHO - CTE (DR/RS)	36
SOLDAGEM	
TÉCNICO EM SOLDAGEM – CTE (DR/RJ)	0
TÊXTIL	
TÉCNICO EM ACABAMENTO TÊXTIL - CTE (DR/PE)	40
TÉCNICO EM ACABAMENTO TÊXTIL/QUÍMICA - CTE (CETIQT-DN)	80
TÉCNICO TÊXTIL - CTE (DR/PE)	40
TÉCNICO TÊXTIL - CTE (DR/SP)	0
TÉCNICO EM FIAÇÃO - CTE (DR/PE)	40
TÉCNICO EM TECELAGEM - CTE (DR/PE)	40
VESTUÁRIO	
TÉCNICO EM CONFECÇÃO DE VESTUÁRIO - CTE (DR/SC)	0
TÉCNICO EM CONFECÇÃO DE VESTUÁRIO - CTE (CETIQT-DN)	80
TÉCNICO EM CONFECÇÃO DE VESTUÁRIO - CTE (DR/GO)	0
TÉCNICO EM VESTUÁRIO - CTE (DR/SP)	0

¹Obedecem a uma ordem de dificuldade progressiva. Os alunos trabalham seguindo as indicações completas, de ordem tecnológica e de execução.

²Professor suíço, contratado pela Escola Politécnica de São Paulo, em 1929, para lecionar Mecânica Aplicada às Máquinas.

³Documento interno do SENAI/DN - Módulo I – Sinopse de Projeto Estratégico CERTIFICAÇÃO PROFISSIONAL BASEADA EM COMPETÊNCIAS. 1998

⁴Catálogo dos Cursos Técnicos do SENAI, SENAI.DN.DPEA. Rio de Janeiro, 1997, p.12.

⁵Fonte: Catálogo das Grades Curriculares de Curso Técnico e de Auxiliar Técnico do SENAI. SENAI/DN, 1997.

⁶Proposta para a Área das Ciências da Natureza, da Matemática e das suas Tecnologias no Ensino Médio elaborada por Solicitação da Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico (SEMTEC/MEC), 18/09/98.

Mesa Redonda A 2 : As diretrizes curriculares para o ensino superior

Prof. José David Mangueira Vianna - IF/UFBA

Prof. Marco Antônio Moreira - IF/UFRGS

Prof. Fernando Jorge R. Neves - Decano de Graduação - UnB

COORDENAÇÃO: Prof^a Eliana dos Reis Nunes

DIRETRIZES CURRICULARES PARA CURSOS DE GRADUAÇÃO EM FÍSICA

José David M. Vianna

Marco Antônio Moreira

1. Introdução

Nos termos do inciso II do artigo 53, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996) confere autonomia às Instituições de Ensino Superior para fixar os currículos de seus cursos, observadas as diretrizes curriculares gerais pertinentes.

Considerando a necessidade de definir tais diretrizes, o Ministério da Educação e do Desporto - MEC, por intermédio da Secretaria de Educação Superior - SESu, convocou, através do Edital nº 4/97, de 10 de dezembro de 1997, as Instituições de Ensino Superior a apresentarem propostas nesse sentido. Essas propostas foram recebidas até 15 de julho de 1998 e encaminhadas às Comissões de Especialistas da SESu/MEC, nas áreas de conhecimento correspondentes, para serem consolidadas.

Na área da Física, foram recebidas propostas de diretrizes curriculares das seguintes IES: UFMG, UFG, UFMA, IFUSP, IFSCUSP, UNICAMP, UNISINOS, UCPEL, UFES, FUNREI, PUCRS, UnB, UEL, UFPR, UEM, UNICENTRO, UEPG, UERN, FAFCL, UFRGS, UFSM e FURG,

Uma versão preliminar das Diretrizes Curriculares para Cursos de Graduação em Física, resultante do trabalho de sistematização e consolidação feito pela Comissão de Especialistas de Ensino de Física da SESu/MEC, em agosto de 1998, foi colocada em discussão e submetida à comunidade, pela COESP/SESu/MEC, através da Internet.

Em novembro de 1998, a Sociedade Brasileira de Física convidou os membros da Comissão para uma reunião, aberta à comunidade, em sua sede, em São Paulo, a fim de discutir esta proposta preliminar. A reunião foi muita concorrida, contando com a presença de representantes de várias universidades públicas e privadas.

Em janeiro de 1999, em Brasília, membros da Comissão participaram de uma mesa redonda, realizada durante o XIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, onde novamente o assunto foi discutido com a comunidade.

Ainda em janeiro de 1999, a SESu/MEC recebeu das Pró-Reitorias de Graduação a resposta à solicitação feita anteriormente no sentido de que as IES se manifestassem sobre as propostas de diretrizes curriculares em discussão nas diversas áreas. Em relação à proposta da Física, as seguintes IES se manifestaram junto à SESu/MEC: UFPi, UFU, UFRGS, UFMG, UFF, PUCSP, UFMS e UEFS.

Em abril de 1999, a Comissão de Especialistas fez novo trabalho de sistematização e consolidação de todas as propostas e sugestões recebidas nestas instâncias, chegando à presente versão das Diretrizes Curriculares para Cursos Graduação em Física, a qual será submetida pela SESu/MEC ao Conselho Nacional de Educação.

2. Características Gerais dos Cursos de Física

É praticamente consenso, entre as propostas recebidas, que a formação em Física, na sociedade contemporânea, deve se caracterizar pela flexibilidade do currículo, de modo a oferecer alternativas aos egressos. É, também, bastante consensual que essa formação deve ter uma carga horária mínima de 2000 horas-aula distribuídas, normalmente, ao longo de quatro anos. Deste total, aproximadamente a metade deve corresponder a um *módulo comum* e a outra metade a *módulos seqüenciais especializados* definidores de perfis específicos. É igualmente consensual que, independente de perfil, a formação em Física deve incluir uma monografia (ou trabalho equivalente) de fim de curso, a título de iniciação científica. Em se tratando de cursos noturnos, a única diferença, em todas estas características gerais, é a de que a duração do curso deve ser de um a dois anos a mais.

3. Perfil Desejado do Formado

O físico, seja qual for sua área de atuação, deve ser um profissional que, apoiado em conhecimentos sólidos e atualizados em Física, deve ser capaz de abordar e tratar problemas novos e tradicionais e deve estar sempre preocupado em buscar novas formas do saber e do fazer científico ou tecnológico. Em todas suas atividades, a atitude de investigação deve estar sempre presente, embora associada a diferentes formas e objetivos de trabalho.

Dentro deste perfil geral, pode-se distinguir perfis específicos que podem ser tomados como referenciais para o delineamento de perfis desejáveis dos formandos em Física, em função da diversificação curricular proporcionada através de módulos seqüenciais especializados complementares ao módulo comum:

Físico – bacharel: ocupa-se preferencialmente de pesquisa, básica ou aplicada, em universidades ou centros de pesquisa. Este é o campo de atuação mais bem definido e o que tradicionalmente tem representado o perfil profissional idealizado na maior parte dos cursos de graduação que conduzem ao atual Bacharelado em Física.

Físico - educador: dedica-se preferentemente à formação e à disseminação do saber científico em diferentes instâncias sociais, seja através da atuação no ensino escolar formal, seja através de novas formas de educação científica, como vídeos, “softwares”, ou outros meios de comunicação. Não deve se ater, necessariamente, ao perfil da atual Licenciatura em Física que está orientada para o ensino médio formal.

Físico - tecnólogo: dedica-se predominantemente ao desenvolvimento de equipamentos e processos, por exemplo, nas áreas de opto-eletrônica, telecomunicações, acústica, ciência dos materiais, microeletrônica, informática, etc. Trabalha em geral de forma associada a engenheiros e outros profissionais, em microempresas, laboratórios especializados ou indústrias. Este perfil corresponderia ao esperado para o egresso de um Bacharelado em Física Aplicada.

Físico - interdisciplinar: utiliza prioritariamente o instrumental (teórico e/ ou experimental) da Física em conexão com outras áreas do saber como, por exemplo, Medicina, Oceanografia, Meteorologia, Geologia, Biologia, Química, Meio Ambiente, Comunicação, Economia, Administração e vários outros campos. Esta conexão deve ser realizada em nível de formação para pesquisa e/ou docência. No primeiro caso, o físico atua de forma conjunta e harmônica com especialistas de outras áreas; no segundo, atua como físico educador na área interdisciplinar correspondente.

4. Competências, Habilidades e Vivências Desejadas

A formação do físico nas Instituições de Ensino Superior deve levar em conta tanto as perspectivas tradicionais de atuação dessa profissão, como novas demandas que vêm emergindo nas últimas décadas. Em uma sociedade em rápida transformação, como esta em que hoje vivemos, surgem continuamente novas funções sociais e novos campos de atuação, colocando em questão os paradigmas profissionais anteriores, com perfis já conhecidos e bem estabelecidos. Dessa forma, o desafio é propor uma formação, ao mesmo tempo ampla e flexível, que desenvolva habilidades e conhecimentos necessários às expectativas atuais e a uma capacidade de adequação a diferentes perspectivas de atuação futura.

A diversidade de atividades e atuações pretendidas para o formado em Física necessita de qualificações profissionais básicas comuns, as quais devem corresponder a objetivos claros de formação para todos os cursos de graduação em Física, bacharelados ou licenciaturas, enunciadas sucintamente a seguir, através das *competências essenciais* desses profissionais.

1. Dominar princípios gerais e fundamentos da Física, estando familiarizado com suas áreas clássica e moderna.
2. Descrever e explicar fenômenos naturais, processos e equipamentos tecnológicos em termos de conceitos, teorias e princípios físicos gerais.

3. Diagnosticar, formular e encaminhar a solução de problemas físicos, experimentais e teóricos, práticos ou abstratos, fazendo uso dos instrumentos laboratoriais ou matemáticos apropriados.
4. Manter atualizada sua cultura científica geral e sua cultura técnica profissional específica.
5. Desenvolver uma ética de atuação profissional e a consequente responsabilidade social, compreendendo a Ciência como conhecimento histórico, desenvolvido em diferentes contextos sócio-políticos, culturais e econômicos.

O desenvolvimento das competências apontadas nas considerações anteriores está associado à aquisição de determinadas *habilidades*, também básicas, a serem complementadas por outras competências e habilidades mais específicas, conforme os diversos perfis desejados de atuação. As *habilidades gerais*, que devem ser desenvolvidas pelos formandos em Física, independentemente da área de atuação escolhida, são as apresentadas a seguir:

1. utilizar a matemática como uma linguagem para a expressão dos fenômenos naturais;
2. resolver problemas experimentais, desde seu reconhecimento e realização de medições até a análise de resultados;
3. propor, elaborar e utilizar modelos físicos, identificando seus domínios de validade;
4. concentrar esforços e persistir na busca de soluções para problemas de solução complexa e demorada;
5. utilizar linguagem científica na expressão de conceitos físicos, na descrição de procedimentos de trabalhos científicos e na divulgação de seus resultados;
6. utilizar os diversos recursos da informática, dispondo de noções de linguagem computacional;
7. conhecer e absorver novas técnicas, métodos ou uso de instrumentos, tanto em medições como em análise de dados (teóricos ou experimentais);
8. reconhecer as relações do desenvolvimento da Física com outras áreas do saber, tecnologias e instâncias sociais, especialmente contemporâneas;
9. apresentar resultados científicos em formas distintas de expressão, tais como relatórios, trabalhos para publicação, seminários e palestras.

As *habilidades específicas* dependem da área de atuação, em um mercado em mudança contínua, não sendo, portanto, oportuno especificá-las agora. No caso do físico educador, porém, as habilidades e competências específicas devem, necessariamente, incluir também:

1. o planejamento e o desenvolvimento de diferentes experiências didáticas em Física, reconhecendo os elementos relevantes às estratégias adequadas;
2. a elaboração ou adaptação de materiais didáticos de diferentes naturezas, identificando seus objetivos formativos, de aprendizagem e educacionais.

A formação do físico não pode, por outro lado, prescindir de uma série de *vivências* que tornam o processo educacional mais integrado. São *vivências gerais*, essenciais ao graduado em Física, por exemplo:

1. ter realizado experimentos em laboratórios;
2. ter tido experiência com o uso de equipamento de informática;
3. ter feito pesquisas bibliográficas, sabendo identificar e localizar fontes relevantes de informação;
4. ter entrado em contato com idéias e conceitos fundamentais da Física/Ciência, através da leitura e discussão de textos básicos de divulgação científica (cultura científica);
5. ter tido a oportunidade de sistematizar seus conhecimentos e/ou seus resultados em um dado assunto, através de, pelo menos, a elaboração de um artigo, comunicação ou monografia..

6. no caso do físico-educador, ter também participado da elaboração e desenvolvimento de atividades de ensino.

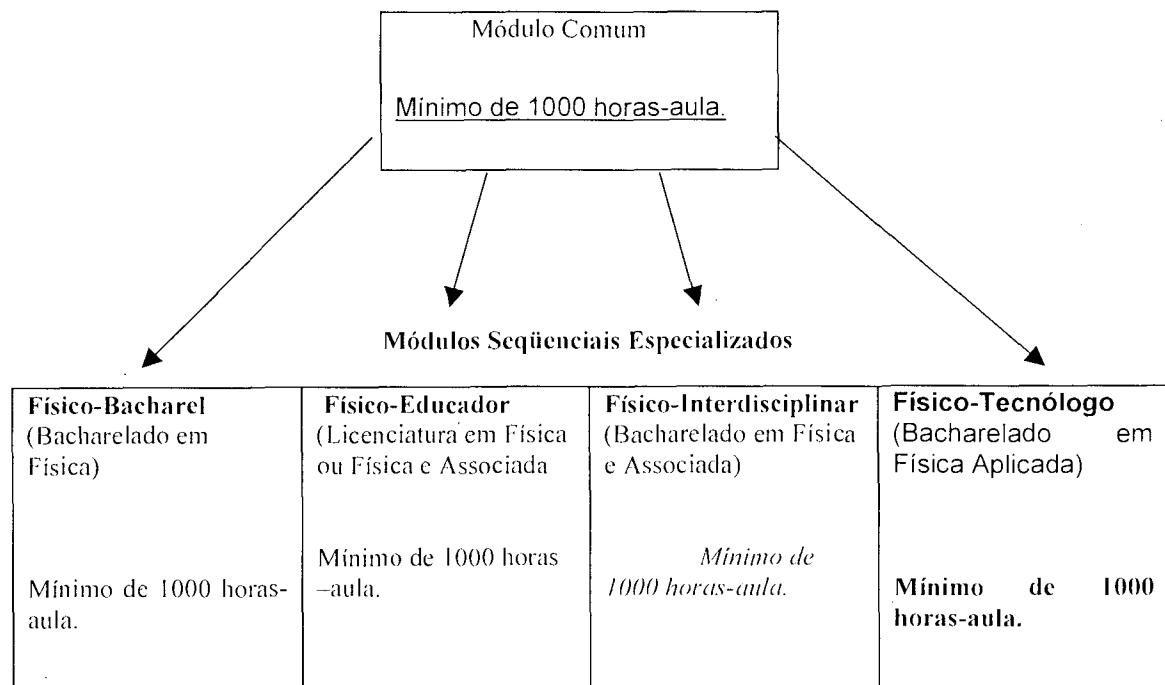
Em relação às habilidades e competências específicas, estas devem ser definidas pelas IES a fim de atender às exigências dos mercados nacionais e locais. Neste sentido, as diretrizes curriculares conferem toda autonomia às IES para defini-las, através dos conteúdos curriculares. Estes podem ser estruturados modularmente, de modo a atender às habilidades e competências gerais definidas, porém com mudanças nos módulos dos últimos semestres do curso que atendam ao tipo de especialização necessária para a inserção do formando na atividade almejada.

5. Estrutura dos Cursos

Para atingir uma formação que contemple os perfis, competências e habilidades já descritos e, ao mesmo tempo, flexibilize a inserção do formando em um mercado de trabalho diversificado, os currículos podem ser divididos em duas partes.

- I. Um Módulo Comum a todas as modalidades dos cursos de Física, não divisível em sub-módulos.
- II. Módulos Seqüenciais Especializados, nos quais será dada a orientação do final do curso. Estes módulos podem conter o conjunto de atividades necessárias para completar o Bacharelado ou a Licenciatura em Física, nos moldes atuais, ou poderão ser diversificados, associando a Física a outras áreas do conhecimento como, por exemplo, Biologia, Química, Matemática, Medicina, Tecnologia, Comunicações, etc., a critério de cada IES, seguindo interesses específicos e/ou regionais.

O esquema geral desta estrutura modular é mostrado a seguir.



6. Conteúdos Curriculares

6.1 Módulo Comum

O Módulo Comum deverá ser cumprido por todas as modalidades em Física, representando, aproximadamente, metade da carga horária necessária para a obtenção do diploma. Este módulo é caracterizado por conjuntos de disciplinas relativos a Física Geral, Matemática, Física Clássica, Física

Moderna e Contemporânea e Ciência como atividade humana. Estes conjuntos são detalhados a seguir. O Módulo Comum, com os conteúdos curriculares essenciais, apresenta 1000 horas-aula, em um único módulo.

A - Física Geral

Aborda os conceitos, princípios e aplicações de todas as áreas da Física, enfatizando seu inarredável caráter experimental, contemplando práticas de laboratório, e introduzindo, gradativamente, o cálculo diferencial e integral como parte da linguagem matemática apropriada para sua completa formulação.

B - Matemática

É o conjunto mínimo de conceitos e ferramentas matemáticas necessárias ao tratamento adequado dos fenômenos em Física, composto por cálculo diferencial e integral, geometria analítica, álgebra linear, cálculo vetorial e equações diferenciais, conceitos de probabilidade e estatística e computação.

C - Física Clássica

São disciplinas com conceitos estabelecidos (em sua maior parte) anteriormente ao Séc. XX, envolvendo mecânica clássica, eletromagnetismo e termodinâmica.

D - Física Moderna e Contemporânea

É a Física desde o início do Séc. XX até o presente, compreendendo conceitos de mecânica quântica, física estatística, relatividade e aplicações, bem como tópicos de fronteira. Os conteúdos teóricos devem ser complementados por atividades experimentais.

E - Disciplinas Complementares

O Módulo Comum deve ter ainda um grupo de disciplinas complementares que amplia a educação do formando. Estas disciplinas abrangeriam outras ciências naturais, como Química ou Biologia e, também, as ciências humanas e sociais, contemplando questões como ética, filosofia e história da ciência, gerenciamento e política científica, etc.

6.2 Módulos Seqüenciais Especializados

Uma das inovações da nova LDB são os cursos seqüenciais (Art. 44, I), formados por um conjunto de disciplinas afins, que podem caracterizar especializações em algumas áreas. A aprovação em um seqüencial possibilita o fornecimento de um certificado de conclusão. Os seqüenciais podem servir para catalisar programas interdisciplinares, minimizando os problemas relativos à criação de currículos estanques e difíceis de serem modernizados. Podem, também, contribuir para a educação continuada. Os certificados de conclusão deverão atestar etapas cumpridas com qualidade, o que é saudável para todos: alunos, IES e sociedade.

Conjuntos de cursos seqüenciais constituirão Módulos Seqüenciais Especializados. Estes módulos, definidores de perfis específicos, deverão totalizar igualmente o mínimo de 1000 horas-aula.

Físico-bacharel - O currículo da formação do físico-bacharel deve ser complementado por seqüenciais em matemática, física teórica e/ou experimental avançados. Estes seqüenciais devem constituir um módulo especializado com estrutura coesa e uma desejável integração com o curso de pós-graduação.

Físico-educador - No caso deste perfil, o módulo especializado estará voltado para o ensino da Física ou da Física e Associada e deverá ser acordado com os profissionais da área de Educação, quando pertinente. Os seqüenciais poderão ser distintos para, por exemplo, (i) instrumentalização de professores de ciências do ensino fundamental; (ii) aperfeiçoamento de professores de Física do ensino médio; (iii) produção de material instrucional; (iv) capacitação de professores para as séries iniciais.

Físico-tecnólogo - O módulo especializado que completará a formação deste profissional será definido pela opção particular feita pelo estudante e também pelo mercado de trabalho no qual ele deseja se inserir, dentro do elenco de possibilidades oferecidas pela IES (Instituto ou Departamento de Física). A cada escolha corresponderá um conjunto de cursos seqüenciais diferenciados.

Físico-interdisciplinar - Esta categoria se refere ao Bacharelado em Física e Associada. Por Associada entende-se a área (Matemática, Química, Biologia, Engenharia, etc) na qual os físicos possam atuar de forma conjunta e harmônica com especialistas dessa área. Desta forma, poder-se-á ter, por exemplo, o Bacharel em Física e Química, ou Física e Biologia, ou Física e Comunicação.

7. Duração dos Cursos

7.1 Carga horária

É sugerida uma carga horária mínima para a obtenção do diploma, em qualquer dos perfis específicos em Física, de 2000 horas de atividades de sala de aula, ou de estudos programados supervisionados, e de laboratório.

Sugere-se também que, na confecção do currículo pleno pelas IES para quaisquer perfis em Física, devam ser contempladas atividades acadêmicas extra-classe, visando a instrumentalizar os alunos em técnicas modernas de acesso à informação científica, aprendizado de procedimentos científicos e técnicos em estágios de diferentes tipos, etc..

7.2 Tempo de Integralização

Os currículos de qualquer formação específica em Física devem ter uma duração total mínima de 4 anos.

No entanto, a nova LDB prevê a existência de alunos com aproveitamento excepcional (Art. 47.º, § 2º): *Os alunos que tenham extraordinário aproveitamento nos estudos... ...poderão ter abreviada a duração dos seus cursos.* Em vista disso, sugere-se que alunos com aproveitamento extraordinário possam concluir o curso em menos tempo. Contudo, no caso das Licenciaturas, este tempo não deverá ser inferior a três anos.

A duração máxima fica a critério da IES que levará em conta, na integralização, as diferentes possibilidades de formação específica.

8. Estruturação modular dos cursos

A existência de um Módulo Comum e dos Módulos Seqüenciais Especializados já define *per se* uma estrutura modular para os cursos de formação em Física.

Estes cursos poderão ter seu diploma fornecido através da obtenção de um conjunto adequado de certificados de conclusão de distintos cursos seqüenciais complementares (Inciso II, Art. 3º, Resolução N° 1, Conselho Nacional de Educação, 27.01.99). Isto significa uma simplificação no processo de transferências. Os cursos seqüenciais complementares não precisam ser concluídos todos na mesma IES, podendo ser realizados em diversas IES e agrupados de forma a conduzirem a um diploma.

O diploma seria expedido pela IES na qual aluno integralizasse o currículo pleno.

A passagem do Módulo Comum para o Módulo Especializado, dentro de uma dada IES, dependerá do número de vagas disponíveis e seguirá um processo de seleção estabelecido pela própria IES, assegurando vaga ao aluno em, pelo menos, um dos perfis específicos oferecidos pela IES. No caso em que o aluno deseje realizar o Módulo Seqüencial Especializado numa outra IES, sua aceitação dependerá de critérios de seleção estabelecidos pela IES receptora.

A critério da IES, um aluno poderá cursar, simultaneamente, disciplinas do Módulo Comum e de um ou mais Módulos Seqüenciais Especializados.

Os módulos seqüenciais poderão ser estruturados através de sub-módulos (cursos seqüenciais complementares) de modo a facilitar a educação continuada. A conclusão destes sub-módulos dará direito à obtenção de um Certificado de Conclusão, conforme a legislação sobre cursos seqüenciais.

9. Estágios e Atividades Complementares

- Os estágios realizados em instituições de pesquisa, universidades, indústrias, empresas ou escolas devem ser incluídos na confecção dos currículos plenos pelas IES.

Todas as modalidades de graduação em Física devem incluir em seu currículo pleno uma monografia (ou trabalho equivalente) de final de curso, associada, ou não, a estes estágios. Esta atividade curricular deve apresentar a aplicação de procedimentos científicos na análise de um problema específico.

Brasília, 30 de abril de 1999.

Comissão de Especialistas:

Marco Antonio Moreira (IF-UFRGS) – moreira@if.ufrgs.br

José David M. Vianna (IF-UFBA e UnB) – david@ufba.br

Fernando Cerdeira (IF-UNICAMP) – fernando@ifi.unicamp.br

Mesa Redonda A 3: A pesquisa em ensino de física e as pós-graduações em ensino de ciências e ensino de física

Prof. Roberto Nardi – Dep. de Educação/UNESP

Prof. Alexandre Medeiros – UFRPE

Prof. João Zanetic – IF/USP

COORDENAÇÃO: Profº Isabel Martins – COLTEC/UFMG

A PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA DA UNESP

Roberto Nardi

Professor Assistente Doutor do Departamento de Educação e
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência
Faculdade de Ciências - UNESP – Câmpus de Bauru
(e-mail: nardi@bauru.unesp.br)

O Programa de Pós-Graduação em *Educação para a Ciência* da UNESP tem como núcleo de pesquisa a Ciência, a Educação e as relações entre saber científico e seu ensino. Propõe-se à formação de pesquisadores cuja produção intelectual e científica possa contribuir para pensar o *Ensino de Ciências como síntese de estudos e pesquisas que tomem como referência o ensino e a aprendizagem de um saber científico e tecnológico acessível a todos os níveis da população estudantil; participar da produção de conhecimentos que venham a integrar um corpo teórico organizado e permitam a médio e longo prazos influenciar expressivamente a formação de professores de ciências das escolas de diferentes níveis (ensino fundamental, médio e superior); pensar a formação inicial e continuada sob novas bases, no sentido do desenvolvimento de uma consciência crítica em relação ao Ensino de Ciências e coordenar esforços para viabilizar a implementação de um Centro Interdisciplinar de Pesquisa e Desenvolvimento do Ensino de Ciências.*

Quatro linhas de pesquisa integram o Programa de Pós-Graduação em *Educação para a Ciência: História, Filosofia da Ciência e Ensino de Ciências; Formação do Professor para o Ensino de Ciências; Teoria e Prática no Processo de Ensino e Aprendizagem de Ciências e Ensino de Ciências e Meio Ambiente.*

O corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência é atualmente constituído por 44 docentes, todos com o título mínimo de doutor, a maioria deles (2/3) com experiência em Pesquisa na Área de Concentração do programa, *Ensino de Ciências*. Uma parte dos docentes têm formação acadêmica em outras áreas como: Física, Química, Biologia, Matemática, Educação, Psicologia e Filosofia. O regime de trabalho dos integrantes do Programa é de dedicação exclusiva a seus departamentos (RDIIDP). Todos são responsáveis por disciplinas e estão orientando alunos ou são orientadores em potencial dentro do Programa.

Para solicitação de credenciamento é importante que o pesquisador tenha um perfil que conte cole e apresente: *formação mínima de Doutor*, em área compatível com as linhas de pesquisa do programa; *produção acadêmica nos últimos cinco anos relacionada à Área de Concentração do Programa* e compatível com as exigências dos órgãos avaliadores e financiadores de pesquisa; *participação em um dos Grupos de Pesquisa filiados ao Programa e/ou constituição de novo Grupo* dentro das linhas de pesquisa estabelecidas; elaboração e apresentação, ao Conselho de Curso, de *Proposta de Disciplina ligada à Área de Concentração*, aos objetivos do programa e às linhas de pesquisa; disposição de orientar estudantes em projetos dentro das Linhas de Pesquisa citadas anteriormente; *compromisso de observar e obedecer às normas e critérios constantes no Regulamento do Curso*; *experiência em orientação em nível de Mestrado, Especialização, Iniciação Científica ou participação em Projetos de Pesquisa e/ou Extensão financiados por órgãos de fomento à pesquisa e relacionados com a Área de Concentração do Programa bem como compromisso com a docência também nos Cursos de graduação*.

O Curso oferece 20 vagas em cada turma, tendo duração prevista para, no máximo, três anos. Assim, em seu terceiro ano de funcionamento, o Curso atende a 59 alunos. O processo de seleção para o Curso de Mestrado ocorre anualmente e são oferecidas vinte vagas nos diversos grupos de pesquisa relacionados às linhas de pesquisa pertencentes ao Programa, número este condicionado à disponibilidade de vagas para orientação à compatibilidade dos anteprojetos de pesquisa às área de interesse dos orientadores.

O perfil ideal do postulante a ingresso no Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência contempla candidatos: *licenciados em Física, Química, Biologia ou áreas afins (Ecologia, Geologia etc.); que tenham interesse na Área de Ensino de Ciências e apresentem anteprojeto de pesquisa relacionado diretamente à Área de Concentração e às linhas de pesquisa do Programa; que participaram durante a graduação de projetos de Iniciação Científica e em Grupos de Pesquisa, preferencialmente na Área de Concentração do Curso; que participaram de eventos científicos na Área ou Áreas afins e que tenham experiência no magistério fundamental, médio ou superior na Área de Ciências ou áreas afins.*

A fim de selecionar os candidatos com o perfil acima, o processo de seleção inclui as seguintes etapas: *Inscrição* de acordo com período, normas e documentação exigidos por Edital publicado no período estabelecido pelo calendário do Programa; *Prova Escrita* (eliminatória) que consta de dissertação sobre tema relacionado ao Ensino de Ciências e à Educação em Geral; Análise do *Curriculum Vitae*; *Entrevista*; *Análise do anteprojeto de pesquisa* adequado à Área de Concentração do Programa e às linhas de pesquisa desenvolvidas e *outros itens*, a critério da Banca Examinadora.

O Programa mantém uma das mais conhecidas e respeitadas atividades de difusão científica que vêm sendo regularmente oferecidas pela Faculdade de Ciências da UNESP: Os *Ciclos de Seminários em Ensino de Ciências, Matemática e Educação Ambiental*, que ocorrem semestralmente e já estão em sua 8ª edição. Os Ciclos iniciaram-se em 1995 como uma das *Ações Integradas para a Melhoria do Ensino de Ciências, Matemática e Educação Ambiental*, projeto financiado pela CAPES (PADCT/SPEC). Esses Ciclos passaram a acontecer semestralmente e foram mais tarde transformados em *Projeto Permanente* apoiado pela *Pró-Reitoria de Extensão Universitária* da UNESP (PROEX). A qualidade dos seminários proferidos e o limitado número de participantes, fixado em 70 pelos regulamentos da UNESP para eventos dessa natureza, levou os participantes, docentes do ensino fundamental, médio e superior, a sugerir que os seminários fossem registrados, de maneira que as exposições e debates ocorridos não se perdessem. Surgiu assim, em meados de 1995, a Revista *Ciência & Educação*, que viria a tornar-se veículo de divulgação do *Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência*.

A Estrutura Curricular para o Curso de Mestrado é composta de um número de 120 unidades de crédito (1.440 horas), cuja distribuição é a seguinte: 48 créditos em disciplinas (6 disciplinas de 8 créditos, ou seja, 576 horas em disciplinas); 48 créditos em atividades complementares e 44 créditos (ou 528 horas) em atividades ligadas à dissertação. Para cada crédito são computadas 12 semanas de aula. O tempo máximo para conclusão do Curso é de três anos, conforme o Regulamento.

As disciplinas são agrupadas em três blocos: disciplinas da Área de Concentração do Programa (Pesquisa em Ensino de Ciências); disciplinas da Área de Educação e disciplinas ligadas a Conteúdos Temáticos Transversais. *O Projeto Pedagógico sugere aos alunos cursar*, pelo menos 50% das disciplinas do primeiro bloco e as demais disciplinas deverão ser escolhidas dentre as disciplinas dos outros dois blocos, segundo o Plano de trabalho do aluno, de comum acordo com seu orientador.

Foram definidas como atividades complementares: participação em eventos científicos da área com apresentação de trabalho; a publicação de artigos na área; a participação regular em Grupo de Pesquisa ligado ao Programa e a participação em outras atividades similares.

A dissertação de Mestrado é exigida obrigatoriamente para obtenção do título de *Mestre em Educação para a Ciência (Área de Concentração em Ensino de Ciências)* e é regulamentada pelo capítulo VI do Regulamento do Curso. Trata-se de dissertação sobre trabalho de pesquisa desenvolvido durante o Curso, onde o aluno deverá evidenciar domínio teórico, metodológico e técnico em investigação que revele criatividade na elaboração de monografia, sem no entanto se exigir, nessa fase, trabalho de pesquisa original. A dissertação deve ser defendida publicamente perante a Comissão Examinadora, composta por três docentes portadores do título mínimo de doutor e com formação compatível com a área em que se insere o projeto de pesquisa do candidato. Os trabalhos são presididos pelo Orientador do candidato e conta com a colaboração de um professor do programa e um terceiro, sem vínculo com o Curso.

O Exame Geral de Qualificação consiste na análise do desenvolvimento do projeto de Pesquisa apresentado e na discussão da redação inicial da dissertação final. Deve ser realizado, segundo o Regulamento do Curso, após o candidato ter completado os créditos em disciplinas e ter o projeto de pesquisa aprovado pelo Conselho de Curso, e deve ocorrer pelo menos seis meses antes de expirar o prazo previsto para a defesa.

Todas as atividades acima citadas devem, semestralmente, serem aprovadas pelo orientador do aluno, constarem em seu Relatório Semestral de Atividades e serem sumetidas à aprovação também do Conselho de Curso.

O Programa admite alunos especiais portadores de diploma universitário desde que sua formação se compatibilize com o Programa de Educação para a Ciência. A matrícula de alunos especiais fica condicionada à existência de vagas, uma vez encerrada a matrícula de alunos regulares. O número máximo de

alunos especiais admitidos por disciplina não pode exceder a dois, ouvido o docente responsável. O número máximo de disciplinas cursadas na condição de aluno especial é fixada em duas pelo Conselho de Curso. O fato de cursar disciplinas enquanto aluno especial não implica qualquer prioridade no processo seletivo ao Programa, ou seja, para passar à condição de aluno regular o aluno especial deverá submeter-se a todas as normas previstas no processo seletivo.

O Conselho de Curso, apoiado pelo corpo docente e discente, bem como pelos órgãos financiadores, vem sistematicamente investindo na manutenção e atualização da infra-estrutura necessária ao Programa. Essa infra-estrutura vem sendo constituída desde as primeiras discussões de instalação do Programa no Câmpus de Bauru, em 1992. Assim, além dos laboratórios ligados aos departamentos de Física, Química, Biologia, Computação, Psicologia, do Pólo Computacional, da Biblioteca etc. diversos projetos aprovados nos últimos anos por órgãos financiadores (CAPES, FUNDUNESP, FAPESP) vêm garantindo tal infra-estrutura. Por exemplo: a maioria das revistas nacionais e internacionais da Área de Ensino de Ciências (Ciências, Física, Química e Biologia), bem como na Área de Educação vêm sendo assinadas e encontram-se à disposição na Biblioteca Central do Câmpus de Bauru. Dos acervos de teses de Ensino de Ciências da UNICAMP e do IFUSP, quase a totalidade de teses defendidas na área nos últimos cinco anos foram reproduzidas e constam também do acervo. Recentemente foi aprovado o *Projeto de Infra-estrutura Computacional para a Pesquisa na Faculdade de Ciências da UNESP* (FAPESP), que auxiliará sobremaneira na adequação das instalações do novo prédio que abrigará as instalações do Programa de pós-graduação. A conclusão deste prédio em outubro próximo deverá viabilizar a instalação de recursos de multimídia importantes para o Programa, como por exemplo, o oferecimento de cursos à distância, a diversos outros Campus da UNESP, sob supervisão de docentes do programa.

O Programa encontra-se em processo de credenciamento junto à CAPES, tendo recentemente recebido visita de consultores daquele órgão que sugeriram algumas adequações no processo de seleção bem como na estrutura curricular, já atendidas. Os consultores recomendaram o Programa à CAPES e o relato sobre as alterações ocorridas estão sendo submetidos à avaliação do Conselho Técnico Consultivo daquele órgão. O credenciamento futuro do Programa poderá viabilizar intercâmbios com grupos e instituições nacionais e internacionais da Área de Ensino de Ciências.

Mesa Redonda B1: Ensino de física e a educação não-formal: espaços alternativos de aprendizagem

Profª Guaracira Gouveia – MAST/RJ

Prof. Silvério Crestana – Estação Ciência/IF/USP

Prof. Plínio Fasolo – Museu de Ciências e Tecnologia – PUC/RS

COORDENAÇÃO: Prof. José Eduardo Martins – IF/UnB

O ENSINO DE FÍSICA E A EDUCAÇÃO NÃO-FORMAL: ESPAÇOS ALTERNATIVOS DE APRENDIZAGEM

Guaracira Gouveia

Museu de Astronomia e Ciências Afins

Rua: General Bruce, 586 - São Cristóvão

e-mail Gouvea.Sousa@uol.com.br

INTRODUÇÃO

Em primeiro lugar gostaria de agradecer aos organizadores do Simpósio e em particular à Fátima o convite para participar dessa mesa.

Esse convite possibilita colocar em discussão um tema que vem ganhando cada vez mais espaço nas reflexões do grupo de pesquisadores em educação para ciência tanto, no que se refere às pesquisas desenvolvidas, quanto na necessidade de alocação de recursos por determinação de políticas públicas. Esse tema é a Educação Não-Formal.

Essas minhas considerações estão baseadas nas pesquisas que estão sendo desenvolvidas pelo grupo de pesquisa em educação para ciência nos espaços não-formais de educação formado por pesquisadores do Museu de Astronomia e Ciências Afins/RJ e do campo de confluência Ciência, Sociedade e Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal Fluminense.

Pretendo fazer uma apresentação geral do tema, acentuando a caracterização do museu como espaço não-formal de educação e não trarei do tema somente sob a ótica da aprendizagem mas sim da cultura científica

OS ESPAÇOS NÃO-FORMAIS DE EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA E A CULTURA CIENTÍFICA

No mundo contemporâneo os seres humanos participam de relações sociais cada vez mais diversificadas, construindo teias de significados que geram o que se denomina cultura. Essas relações sociais desenvolvidas por meio de práticas sociais produzem saberes que formam o conjunto da cultura contemporânea. As práticas sociais vivenciadas na escola, nos museus, na vida de rua, em casa, etc compõem a cultura característica desses espaços.

Os educadores considerando que toda prática social é uma prática pedagógica, portanto objeto de estudo da educação, preocupam-se em caracterizar esses espaços no sentido de entender as pedagogias ali desenvolvidas, tanto nos aspectos psicológicos quanto nos sociais e políticos. Assim, caracterizam dois espaços distintos: formal e não-formal.

A escola é o representante do espaço formal e o não-formal são todos os outros, fora da escola. Um dos critérios para essa classificação, foi determinado pelo estudo de como se processa a aprendizagem nesses espaços (Falcão, 1997; Ramey-Gassert , 1994; Cazelli et al, 1996; Falk, 1992; Marandino e Sousa, 1998). Atualmente, as pesquisas em educação não-formal têm considerado que conceitos como cultura, transposição didática, linguagem e comunicação devem também ser norteadores das pesquisas nos espaços de educação não-formal (Cazelli et al, 1998; Gouvêa e Marandino, 1998; Gaspar, 1992; Marandino e Sousa, 1998; Sousa, 1997).

No caso das instituições de educação não-formal que tem como saberes de referência a Ciência e a Tecnologia, acrescenta-se o conceito de alfabetização científica bastante difundido no Brasil a partir da década de 1990 (Leal e Sousa, 1997; Cazelli, 1994; Gaspar, 1992; Barros, 1990; Shen, 1975; Arons, 1983).

A elaboração desse conceito surge ao se considerar que no mundo contemporâneo, os artefatos tecnológicos permeiam o cotidiano alterando práticas sociais e produzindo novos saberes. Um exemplo para ilustrar esse fato é a reelaboração do conceito de leitura, na medida em que as formas de impressão vão se modificando (do papiro ao computador) a prática social de leitura modifica-se. (Chartier, 1988) Para Angotti (1991) e Morin (1996) o cidadão alfabetizado científico e tecnologicamente é aquele que pode controlar o sistema de ciência e tecnologia, reconhecendo os impactos sobre seu cotidiano e criando formas de controle sobre esse sistema, exercendo sua cidadania.

Nesse sentido, o conceito de alfabetização científica torna-se relevante e atualmente alguns pesquisadores estão preferindo trabalhar com o conceito de cultura científica que amplia o caráter instrumental da alfabetização na medida que considera as teias de significados construídas nas práticas sociais que envolvem a ciência e a tecnologia.

A cultura científica é elaborada nos espaços formais e não-formais de educação. Nestes últimos a rotina de aquisição e/ou produção de saberes não se impõe aos usuários, não se exige tempo determinado para a produção de sentido e não se avalia como foi essa produção. O usuário é gestor independente na realização da prática social. Os idealizadores desses espaços negociam com o usuário, mas este pode não participar da negociação, sem que isso signifique receber sanções tanto dos idealizadores como da sociedade.

Para exemplificar citaremos o museu como espaço não-formal de educação. Principalmente a partir do século XVIII, quando os museus assumem seu caráter público, isto é, aberto para todos, a pedagogia desenvolvida articula três elementos, o lugar, o objeto e o tempo. É no espaço (lugar), onde os idealizadores constroem suas narrativas por meio dos objetos, que o visitante percorre livremente em seu próprio tempo (Van-Praet, 1996). A pedagogia é pautada numa negociação, os objetivos pensados pelos idealizadores são percebidos de forma fragmentada pelos visitantes e como essa negociação não é presencial, são as narrativas que a realizam. Assim, as condições sociais onde a pedagogia é elaborada e onde se dá a relação ensino aprendizagem são diferentes da escola. Os arcabouços teóricos gerais para se estudar as práticas sociais desses espaços são os mesmos, por exemplo, dos utilizados para se estudar as práticas sociais da escola. No entanto quando se colhem e analisam os dados, e se estabelecem estratégias é fundamental levar em consideração a caracterização desses espaços.

O impacto da ação educativa é difícil de ser avaliado, mas é importante destacar que mais que elaborar determinados conceitos científicos, o visitante ao percorrer o museu incorpora elementos que ele utiliza para construir suas teias de significados no sentido de ampliar sua cultura científica. A contribuição que os espaços não-formais de educação dão ao desenvolvimento dos visitantes é a colocação deste diante de situações que ele tem que construir à sua produção de sentido. Quanto mais acesso a bens culturais, oferecidos por esses espaços, a população tiver mais se diversifica a sua cultura, suas teias de significado e a sua possibilidade de ter elementos para o exercício pleno de sua cidadania.

REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

1. ANGOTTI, J. A. P. (1991) Fragmentos e Totalidade do Conhecimento Científico e do Ensino de Ciências. Tese de Doutorado, FEUSP, São Paulo
2. ARONS, A. B. (1983). Achieving Wider Scientif Literacy. "Daedalus", nº 112, p. 91-121.

3. BARROS, Suzana D. S. (1990) O acidente de Goiana - subsídios para um módulo de ensino relacionado à ciência-tecnologia-sociedade (CTS), in GONÇAVES, O.D. O ensino de física e a física da atualidade: trabalhos apresentados durante a Ia. Escola de Verão para licenciados, editora UFRJ, Nova Friburgo, RJ.
4. CAZELLI, S. (1992). Alfabetização Científica e os Museus Interativos de Ciência. Rio de Janeiro. Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação da PUC/RJ
5. CAZELLI, S. e outros (1997). Padrões de Interação e Aprendizagem Compartilhada na Exposição Laboratório de Astronomia, *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 78 nº. 188, 189, 190, p. 413-427
6. CHARTIER, Roger (1988). *A História Cultural – Entre Práticas e Representações*. Lisboa: Difel. Coleção Memória e Sociedade.
7. FALCÃO, Douglas et alli (1997). Mudanças em Modelos Expressos de Estudantes que visitaram uma exposição de Astronomia. Atas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências.
8. FALK, J. H. e DIERKING, L. D. (1992). *The Museum Experience*. Washington, DC: Whalesback Books.
9. GASPAR, Alberto (1992). O Ensino Informal de Ciências: de sua viabilidade e interação com o ensino formal à concepção de um centro de Ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. v. 9, n.2, p. 157-163
10. GOUVÉA, G. Marandino, M. (1998). Paradigmas em Exposições de Museus de Ciência e Tecnologia. Atas do VI Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física da Sociedade Brasileira de Física (meio eletrônico)
11. LEAL, M. C. e SOUSA, G. G. (1997) Ciência, Tecnologia e Sociedade no Contexto da Alfabetização Científica. Anais do Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia, p. 318-322
12. MARANDINO, M. e GOUVÉA, G. (1998). A Ciência, o Brincar e os Espaços Não-Formais de Educação. Atas da XXI Reunião Anual da ANPED, setembro, Caxambu
13. MORIN, Edgar (1998). *Ciência com Consciência*, Edição Revista e ampliada pelo autor, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil
14. RAMEY-GASSERT e outros (1994) Reexamining Connections: Museums as Science Learning Enviroements. *Science Education* 74(4):345-363
15. SHEN, B. S.P. (1975) Science Literacy *American Scientist*, nº. 39, p.265-8
16. SOUSA, G. G. (1997). O uso de Jornais e Revistas de Divulgação Científica no Ensino de Ciências. Atas do XII Simpósio Nacional de Ensino de Física, p. 121-126
17. VAN-PRAET, M. Cultures Scientifiques et Musées d'Histoire Naturelle en France, in *Hermes* 20, 1996.

OS PROGRAMAS DE EDUCAÇÃO NÃO FORMAL, NO BRASIL E NA AMÉRICA LATINA

Silvério Crestana e Ernst W. Hamburger

No último dia 3 de dezembro de 98 foi inaugurado um grande museu interativo de ciência em Bogotá na Colômbia, com o nome Maloka, que simboliza a aldeia indígena. Numa área total de 17 000 m², há um parque, sala para projeção de filmes de grande gabarito (Imax) e vastas salas de exposição e laboratórios. No mesmo mês a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul inaugurou em Porto Alegre o maior museu de ciências brasileiro, com 14 000 m². Esforço iniciado há mais de dez anos, com investimentos de vinte milhões de reais, contem aquários, terrários e dioramas, para mostrar a vida animal e vegetal dos pampas, modelos de moléculas e cromossomas, demonstrações de ótica, astronomia, mecânica, eletricidade, matemática e muitas áreas da ciência. No mês de maio de 99, foi inaugurado o Museu da Vida na Fundação Oswaldo Cruz no Rio de Janeiro, um grande parque da Ciência que além de resgatar a História do Castelo Mourisco e das pesquisas lá realizadas, insere o visitante no mundo do aprendizado científico por meio das inúmeras exposições de células, maquetes e experimentos.

Quem visitar esses espaços terá vivência direta dos fenômenos e conceitos científicos, e poderá aprendê-los de forma simples, atraente e agradável. Certamente os resultados dos exames de ciências nas escolas melhorarão. Uma das razões do fraco desempenho dos alunos nos recentes exames nacionais, particularmente em São Paulo, foi o ensino sem demonstrações práticas.

A divulgação da ciência na América Latina ainda é limitada, mas progride rapidamente. O México é o país mais adiantado da região, com 17 grandes centros interativos de ciências, quase todos fundados nos últimos dez anos. A Venezuela tem vários museus. O Brasil, embora tenha experiências interessantes nessa área, é extremamente deficitário de centros para atender o grande público das metrópoles. São Paulo, por exemplo, conta com experiências respeitáveis, como a Estação Ciência da Universidade de São Paulo, mas muito pequenas em seu alcance, comparado com a população.

O setor está se organizando. Há dez anos foi fundada, em reunião patrocinada pela UNESCO no Museu de Astronomia do CNPq, no Rio de Janeiro, a Red-Pop – Rede de Popularização da Ciência e da Tecnologia na América Latina e Caribe, que congrega, hoje, 67 centros de doze países da região. Em 1997,

em reunião em La Plata, Argentina, resolveu-se criar um Projeto para Popularização da Ciência na América Latina e obter apoio de órgãos financiadores como o BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento². O objetivo é fortalecer os centros de divulgação científica. Esses centros, onde o visitante mexe e interage com os objetos e aparelhos expostos, estão sendo consagrados mundialmente como estratégicos para valorizar a cultura, a ciência e a tecnologia, e como instrumentos do processo de desenvolvimento econômico e social. Pertencem a governos ou a entidades privadas; têm como lema apresentar o conhecimento de forma correta mas, ao mesmo tempo, interessante e divertida, de modo a chamar o público e se constituir inclusive em valor turístico. É impressionante como públicos antes julgados desinteressados acorrem ao museu e o aprendizado se torna eficaz. Pôr exemplo, meninos de rua são rapidamente alfabetizados e aprendem inglês quando são orientados para utilizar software em microcomputadores. Este projeto implantará intensa cooperação e integração regional entre 34 instituições de dez países – Argentina, Bolívia, Brasil, Colômbia, México, Nicarágua, Panamá, Trinidad-Tobago, Venezuela, Uruguai. É uma proposta de custo relativamente pequeno mas de grande impacto, atuando em quatro programas: Planejamento, Capacitação de Recursos Humanos, Desenho de Exposições Científicas e Intercâmbio com Informatização. Para adequação e sistematização das propostas dos diversos centros, foram realizadas reuniões regionais com, ao todo, 75 dirigentes em Recife, Rio de Janeiro, São Paulo, Porto Alegre, La Plata, Buenos Aires, México e Caracas. Essas reuniões tiveram excelentes resultados pois, de forma agregadora, dinâmica e participativa, discutiram-se as orientações gerais e os projetos específicos, consolidando o projeto e a própria rede. Nas 1500 páginas do projeto fica evidente a riqueza das experiências de popularização da ciência, com grande originalidade e valorização das temáticas regionais. Também sobressai a importância da troca de experiências na produção de exibições, em acervos museológicos, exposições itinerantes, publicações, vídeos, e programas educacionais com a rede escolar e para populações excluídas. Os centros têm diferentes financiamentos, alguns governamentais, outros parcerias de instituições públicas com empresas, outros fundações privadas.

A educação científica depende não somente da rede escolar mas também dos centros de divulgação científica. No Brasil faz-se necessário um planejamento a nível federal, estadual e municipal para a ampliação da rede de centros no país. As universidades e institutos de pesquisa de um lado, o sistema educacional e o setor empresarial - todos tem um importante papel a desempenhar para dotar a população brasileira de centros e museus de ciências, vitrines interativas onde os pesquisadores podem expor ao público geral o significado de seus trabalhos, de maneira clara e concisa. Revelam-se também locais de integração social, onde o pobre e o rico aprendem juntos os conhecimentos de amanhã.

1 “Centros e Museus de Ciência: Visões e Experiências” S. Crestana et all. Ed. Saraiva, 1998

2 Projeto coordenado pela Estação Ciência/USP, RedPop e UNESCO, com apoio da Fundação Ford/PIEPAL/SCarlos.

Silvério Crestana, doutor em física, pesquisador e gerente de projetos do Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo e assessor da Estação Ciência - USP. silverio@eciencia.usp.br

Ernst W. Hamburger é professor do Instituto de Física, coordenador da Estação Ciência da USP e da Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciências. ehamburger@eciencia.usp.br

ENSINO DE FÍSICA E A EDUCAÇÃO NÃO FORMAL ESPAÇOS ALTERNATIVOS DE APRENDIZAGEM

Profº. Guaracira Gouveia – MAST/RJ

Prof. Silvério Crestana – Estação Ciência/IF/USP

Prof. Plínio Fasolo – MCT/PUCRS

Minhas experiências com a educação não formal tiveram início em 1970, quando ingressei no CECIRS (Centro de Treinamento para Professores de Ciências do Rio Grande do Sul) como integrante do corpo de assessores para assuntos de educação em ciências físicas. Eu havia trabalhado com o PSSC (Physical Science Study Committee) em 1964 e 1965 no CIEM (Centro Integrado de Ensino Médio) da UnB (Universidade de Brasília). Mais tarde (1969/70) conheci o IPS (Introductory Physical Science) no CECISP (Centro de Treinamento para Professores de Ciências de São Paulo) e também no Instituto de Física da USP. Isso integrava parte de um estágio, patrocinado pela Ford Foundation, que tinha o título de “Formação de Líderes para o Ensino de Ciências”. Foi um estágio longo (800 horas) desenvolvido parte em São Paulo e parte no Rio Grande do Sul, junto a grupos de professores em serviço.

Considero que o principal produto desta etapa foi ter adquirido a sensação de que meu aprendizado de Física devia-se muito mais ao trabalho com esses projetos do que aos meus anos de banco escolar, incluindo graduação e pós-graduação.

Simultaneamente ao trabalho no CECIRS, dava aulas de Física Geral no Instituto de Física da PUC do RS, onde ingressei em 1966, como professor assistente do departamento de Física Geral e Experimental. Confesso que carreguei, desde então, uma desconfortável convivência com algo contraditório: a vontade de

denunciar, com veemência, a quase inutilidade daquele tipo de ensino formal, que eu também praticava com as turmas integrantes dos cursos de graduação, frente ao rendimento que me pareciam possuir as experiências mais dinâmicas e abertas apresentadas na aplicação dos referidos projetos.

Freqüentemente comparava o crescimento de estudantes estagiários no CECIRS, envolvidos com mini-cursos , feiras de ciências , clubes de ciências , redação de artigos, participantes de atividades variadas não formais, com os meus alunos da PUC . Via de regra o resultado reproduzia a mesma sensação : os melhores alunos do trabalho acadêmico formal desenvolviam uma personalidade individualista , pretensiosa mas de pouca autonomia intelectual. Embora alunos de licenciatura , eram pouco comprometidos com a tarefa do ensinar aos outros . Absolutamente preocupados com o seu próprio saber. O que mais lhes preocupava da sua futura função como professor, era poderem dar respostas a todas as perguntas que lhes fossem feitas.

Já os envolvidos em atividades não formais, libertavam-se dessas preocupações e, desta forma, tornavam-se professores bem mais cedo.

Em janeiro de 1978, eu e mais 4 professores do Instituto de Física da PUCRS fomos estagiar em Colônia, Alemanha. Era uma empresa especializada em bombas de alto vácuo que produzia materiais para laboratório de Ensino de Física. Como a PUCRS havia adquirido boa quantidade desses equipamentos, e eles desejavam vender ainda mais .. , acertamos um pequeno estágio nessa fábrica. Durante os fins de semana viajávamos . Como era inverno, o programa mais freqüente era visitar museus.. Assim, conheci museus de todos os tipos. Terminado o estágio em Colônia, o grupo saiu para conhecer a Europa. Iniciamos por Munique e logicamente pelo Museu Alemão . Ficamos maravilhados com os experimentos interativos que vimos ali . Lembro agora da mina de carvão, do setor de aerodinâmica e de utilização dos ventos. Também do “veja sua voz” (ondas produzidas na tela de um osciloscópio pela voz humana) e também da visita a um submarino alemão da época da guerra.

Mas foi somente na Itália, e na visita a um castelo que não lembro o nome, é que tomei contato com outra forma de educação não formal : as aulas em museus e em outros ambientes de visitação pública. Lembro como fiquei impressionado com o fato de me ter integrado ao grupo que ouvia atentamente as explicações de um professor de História (deveria ser pelo assunto que ele abordava, mas poderia ser de Artes ... ou de Arquitetura ...) enquanto caminhávamos pelas salas do castelo.

Finalmente, em Paris, fomos visitar o “Palácio das Descobertas” . Nele conheci a explanação tipo “show” e as salas de aulas abertas, apresentando demonstrações temáticas. Mas o que mais me marcou foram as experiências em andamento, pesquisas realizadas às vistas do público.

Voltei com a idéia de que os espaços de múltiplas utilizações, do tipo dos que eu havia visto nos museus, deveriam ser rapidamente disponibilizados e multiplicados para a nossa população, especialmente a estudantil.

Nessa época vivi junto ao CECIRS o melhor período de uma atividade não formal que eu admiro muito : as Feiras de Ciências... Acredito que chegamos a obter níveis altíssimos de eficiência educativa com as Feiras de Ciências , especialmente na educação científica. Nossa maior interesse era conseguir que os trabalhos apresentados fossem investigatórios, em lugar de tecnológicos ou artísticos.

Para tornar simples a comunicação dessa diferença, exagerávamos nos exemplos, fazendo verdadeiras caricaturas.

Para tanto trabalhávamos com os professores de Ciências, realizando cursos, oficinas e estágios em profusão. Mantínhamos um boletim informativo, que chegou a se transformar em revista, onde publicávamos muitos artigos sobre esse tema.

Mantínhamos uma componente competitiva nas feiras... e por isso recebíamos muitas críticas.

Para assegurar a nossa influência sobre o programa, assumimos durante muito tempo a tarefa da avaliação dos trabalhos nas Feiras.

Fiquei muito contente com a decisão do Reitor da PUCRS em inaugurar o Prédio do Museu e do Centro de Ciência e Cultura da PUCRS com uma grande Feira de Ciências. Encarregando-me de organizar e coordenar . Realizamos então a maior feira de ciências já ocorrida no Brasil : A FEIRA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CONE SUL. Na realidade congregamos três feiras simultâneas no mesmo espaço. : VIII Feira Internacional de Ciência e Tecnologia Juvenil , a Feira Sulbrasileira de Ciência e Tecnologia e a XIII Feira Estadual de Ciências do RS.

Nessa ocasião reivindiquei a destinação de um espaço, no museu, para a apresentação de trabalhos do tipo que são apresentados nas Feiras. Um espaço para que as escolas assumissem, em forma de rodízio , uma amostra de trabalhos, uma espécie de feira permanente, que além de educativa para a comunidade, também representaria um laboratório para o aperfeiçoamento desse tipo de atividade.

É o que temos agora: um estrado com pouco mais de 100 m² , localizado numa área nobre do museu. Nobre por ser central e bem visível, no terceiro piso da exposição, sobre o qual montam-se de 20 a 30 stands padronizados (padrão UNESCO) disponibilizados aos apresentadores. Chamamos essa área de ESPAÇO DO JOVEM CIENTISTA.

Não foi uma idéia original. Eu havia visto algo semelhante no museu de Chicago. Mas mesmo assim sinto orgulho por ter conseguido esse espaço.

Bem, este foi um resumo de minhas experiências em espaços alternativos para o ensino de Física (e de outras ciências) e que considero as mais significativas relacionadas com a educação não formal.

Mesa Redonda B2: Linguagens na física – o discurso do professor e o ensino de física na escola

Profª Isabel Martins – COLTEC/UFMG

Profª Maria José de Almeida – FE/UNICAMP

Profº Yassuko Hosoume – IF/USP

COORDENAÇÃO: Prof.a Maria Lúcia dos Santos Abib

INTERAÇÕES DISCURSIVAS NA SALA DE AULA DE CIÊNCIAS

Isabel Martins

Universidade Federal de Minas Gerais

isabel@coltec.ufmg.br

Um novo olhar para a sala de aula

Ao longo dos últimos anos temos presenciado uma interessante tendência de mudança de foco nas pesquisas que elegem crenças e concepções dos professores de ciências como objeto de investigação sistemática. Até o início desta última década, a maioria dos estudos concentraram-se em eliciar e analisar as concepções que os professores possuem a respeito de tópicos tais como: (i) o processo educativo; (ii) sua prática de sala de aula; (iii) o conhecimento científico; (iv) a natureza da ciência. Uma variedade de metodologias foi utilizada em diversos estudos que tiveram como resultado principal tentativas de organizar as idéias dos professores em sistemas de *crenças, atitudes, concepções, epistemologias*. Recentemente um novo olhar para a sala de aula de ciências, olhar este fortemente influenciado pelas teorias socio-interacionistas, começa a prestar atenção nas interações discursivas entre professores e alunos nos processos de *construção de significados* que acontece no discurso. Esta mudança re-localiza um dos mais importantes objetos de estudo do campo da Educação em Ciências através de uma distinção fundamental. De acordo com a visão mais recente, crenças, epistemologias, concepções, etc., deixam de ser vistas como algo que indivíduos possuem e passam a ser entendidas como uma propriedade do discurso, isto é, algo que é realizado nas próprias interações discursivas (Roth e Lucas, 1997). Nessa perspectiva abre-se espaço para mais do que a simples descrição do conteúdo e da natureza das idéias “possuídas” pelos professores, na medida em que passa a ser possível examinar situações nas quais estas idéias são propostas, negociadas, defendidas, questionadas e modificadas. Abordagens teórico-metodológicas que reforçam o papel da linguagem como constitutiva do pensamento e situada na ação passam a fornecer as bases para a discussão dos recursos interpretativos e argumentativos que fundamentam as idéias dos sujeitos do processo educativo.

Interações discursivas na sala de aula

Na tentativa de melhor compreender a natureza das interações discursivas na sala de aula, diversas abordagens se somam, se integram, se sobrepõem ou ainda, se colocam como alternativas umas às outras (Edwards e Mercer, 1987). A principal contribuição vem da Linguística, principalmente da Análise do Discurso que propõe categorias que identificam padrões e formalmente analisam interações, enfatizam sua dependência com o contexto de produção, dão conta de lidar com contradições presentes nas falas dos sujeitos, revelam entendimentos tácitos, procurando estabelecer as bases para a construção de significações compartilhadas. Outra contribuição importante vem da Antropologia na forma de metodologias para estudos etnográficos das relações e das práticas da sala de aula. A Psicologia Cognitiva, em particular os estudos de Vygotsky acerca do desenvolvimento do pensamento e da linguagem também proporciona questionamentos acerca da importância da participação em interações discursivas e do papel da mediação no desenvolvimento do pensamento. Na área da Educação em Ciências, um número crescente de investigações vem chamando atenção para o potencial da análise de situações discursivas envolvendo professores e alunos em sala de aula para uma melhor compreensão do processo de construção de entendimentos e significações compartilhadas (Edwards and Mercer, 1987; Lemke, 1992; Ogborn, Kress, Martins e McGillicuddy, 1996; Mortimer e Machado, 1997, Scott 1997).

Construindo material para reflexão

A discussão aqui proposta tenta contribuir para este esforço e sistematiza, a partir de observações de situações de sala de aula, um conjunto de categorias com a intenção de proporcionar aos professores elementos para análise e reflexão acerca da sua prática profissional. Essa linguagem de descrição relaciona categorias que permitem a re-descrição e análise de eventos envolvendo explicações de conceitos científicos

em sala de aula com vistas a transformá-los em material para reflexão e debate entre professores, sendo capaz de (a) capturar aspectos essenciais e significativos da experiência dos professores e (b) propiciar novas formas de entendimento de um dos elementos mais fundamentais na prática dos professores: a atividade de explicar.

Aqui relatamos, de maneira sucinta, resultados de investigações conduzidas em colaboração com linguistas e semiologistas acerca de uma das mais fundamentais atribuições de um professor de ciências em sala de aula: explicar conceitos científicos (Ogborn, Kress, Martins e McGillicuddy, 1996). Um de nossos pontos de partida nesse estudo foi a constatação de que, apesar de extensas discussões acerca das idéias e conceitos a serem explicados, o ato de explicar não é tratado como algo que possa ser descrito e analisado. Na ausência de uma linguagem de descrição, que possibilite uma descrição do que está envolvido na tarefa de explicar, não é possível avançar além de impressões subjetivas e de distinções pouco informativas como confuso/claro, difícil/fácil, complicado/simples. Para aqueles que se iniciam na profissão resta quase que exclusivamente a própria intuição, a experiência e o exemplo de colegas mais experientes uma vez que não há uma teoria compartilhada sobre o que está envolvido na tarefa de explicar conceitos científicos. Este estudo propõe, baseado em observações empíricas e numa base teórica bem fundamentada, um conjunto de categorias que permitem organizar e fazer sentido de relatos de experiências de sala de aula facilitando a análise e a comunicação destes episódios. As categorias da linguagem de descrição relacionam:

- Uma analogia entre a estrutura das explicações científicas a de estórias. Isto requer imaginar protagonistas (por exemplo, elétrons, genes, etc.) que tem poderes próprios de ação e que interagem em sequências de eventos (uma corrente elétrica flui, uma proteína é formada, etc.) resultando no fenômeno a ser explicado (uma lâmpada acende, uma célula se desenvolve, etc.).
- Como estabelecer diferenças (de interesse, de conhecimento, etc) gerando a necessidade das explicações, por exemplo, usando estórias para sugerir idéias e construir expectativas. Desta forma, ao tentar lidar com essas diferenças e resolvê-las, permite-se a aproximação entre participantes e entre discursos.
- A construção das entidades que tomam parte numa explicação pois, diferentemente de outras estórias, nem sempre os protagonistas são conhecidos dos estudantes. Por exemplo, antes de estarmos aptos a dizer algo sobre respiração, precisamos dizer algo sobre pulmões, sangue, gás carbônico, hemoglobina. Essas entidades que tomam parte nas explicações são construídas no discurso, na inter-relação entre idéias e materiais, através de palavras, gestos e ações.
- Uma explicação não transfere uma idéia, mas sim, uma base para trabalharmos uma nova idéia. O conhecimento é continuamente transformado, adaptado, modificado refletindo necessidades de diferentes audiências, possibilidades de construção de significações e entendimentos de diferentes sujeitos. Maneiras de fazê-lo incluem transformá-lo em narrativas e empregar metáforas e analogias.
- Impor significação a materiais e a fenômenos através de demonstrações, isto é, mostrando o mundo se comportar como a teoria prevê, fazendo determinado evento ser “lido” como um padrão que possui significação à luz de uma teoria.

Esta linguagem de descrição permite, portanto, fazer sentido da experiência/de ações habituais/da prática de sala de aula fornecendo ao professor elementos para pensar sobre o que ele está fazendo ao engajar-se na tarefa específica de explicar conceitos científicos, facilitando análise e comunicação de episódios, experiências observadas em sala de aula e re-descritas utilizando as categorias propostas, gerando dados para reflexão sobre a experiência.. A linguagem de descrição também proporciona:

- Categorias de análise aplicadas a um grande número de exemplos de episódios reais de sala de aula produzindo relatos que são reconhecidos por professores como típicos e representativos, além de inteligíveis e úteis na medida que delineiam problemas e levantam discussões.
- A discussão de uma série de fatores que geram, modificam, inibem, etc, explicações e sua relação com a ‘bagagem’ cultural do professor (sua formação, sua experiência, seu uso de recursos didáticos), sua história de relacionamento com diferentes classes, além do conteúdo a ser explicado e como este se estrutura.
- Um relato de como, em diferentes contextos, diferentes pessoas explicam diferentes idéias de forma a caracterizar diferentes estilos e estratégias.
- A construção de novas significações na produção, discussão e entendimento dos cenários descritos utilizando as categorias propostas.

As categorias acima mencionadas tem a ver com aspectos da comunicação e compreensão de idéias científicas. Elas viabilizam a re-construção e a reflexão sobre episódios de sala de aula envolvendo explicações de duas formas. Primeiramente relacionando uma variedade de dimensões ao longo das quais estes episódios podem ser comparados. Em segundo lugar, proporcionando a identificação de um estilo ou estratégia já que cada episódio pode ser visto como uma performance que relaciona cada uma dessas dimensões simultaneamente, como na música onde melodia, ritmo e vocais compõem cada canção.

Conclusões

Apresentamos aqui algumas idéias sobre as relações entre o discurso do professor e sua atividade na sala de aula, tentando localizá-las numa discussão mais geral sobre a elicição/investigação de idéias de professores acerca de sua própria prática. Através de observações de professores tentamos descrever e

explicar suas ações com base na natureza do processo de comunicação e de construção de significações na sala de aula de ciências. Esperamos que análises deste tipo proporcionem a possibilidade do professor se distanciar-se de impressões episódicas e, assim, melhor perceber, a natureza, o escopo, a forma, a abrangência, as implicações, as bases, de suas ações.

Bibliografia

1. Bruner, J (1990) *Acts of meaning*. Cambridge, MA: Harvard University Press
2. Edwards D e Mercer N (1987) *Common Knowledge*. London: Routledge
3. Lemke J (1992) *Talking Science*. New York: Ablex
4. Mortimer E e Machado A (1997) Múltiplos olhares sobre um episódio de ensino: Por que o gelo flutua na água? Anais do Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências: Linguagem Cognição e Cultura, Faculdade de Educação da UFMG, Belo Horizonte, MG, 5 a 7 de março, 167-190
5. Ogborn J, Kress G, Martins I, McGillieuddy K (1996) *Explaining science in the classroom* Buckingham: Open University Press
6. Roth W M e Lucas K B (1997) From "truth" to "invented reality": a discourse analysis of High School Physics students' talk about scientific knowledge. *J. Res. Sci. Teach.* 34, (2), pp. 145-179.
7. Scott P (1997) Teaching and learning science concepts in the classroom: talking a path from spontaneous to scientific knowledge. Anais do Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências: Linguagem Cognição e Cultura, Faculdade de Educação da UFMG, Belo Horizonte, MG, 5 a 7 de março, 138-156

SÍNTSE DA INTERVENÇÃO NA MESA: LINGUAGEM NA FÍSICA - O DISCURSO DO PROFESSOR E O ENSINO DA FÍSICA

Maria José P.M. de Almeida¹

FE - UNICAMP e-mail: mjpma@turing.unicamp.br

Nossa intervenção nesta mesa tem como objetivo abordar alguns aspectos das linguagens comum e matemática na mediação do conhecimento científico pelo professor de Física. Aspectos que se tornaram presentes em tentativas de entendermos o funcionamento da linguagem em aulas de Ciências e de Física .

Como referencial para o estudo desse funcionamento citamos, entre outros, Michel Pecheux, para quem o discurso é efeito de sentidos entre locutores e as condições de sua produção são históricas, ou seja, não se limitam ao contexto imediato em que são estabelecidos os sentidos. Os mecanismos do (des)conhecimento ideológico são de grande relevância nas teorizações desse autor.

Outro referencial importante para nosso entendimento de elementos da linguagem, tem sido o trabalho de Lev Vygotsky, o qual nos faz compreender o valor do aprendizado para o desenvolvimento dos indivíduos, a importância da cultura e das relações interpessoais para o processo de internalização de conhecimentos, além de evidenciar um elemento básico para se pensar a formação conceitual, ao apontar que os conceitos, ou significados, referem-se a relações objetivas na formação histórica da palavra e mencionar a existência do sentido que cada indivíduo lhe atribui.

Temos olhado a sala de aula buscando fragmentos das linguagens escrita, falada, gráfica, das imagens. Fragmentos que, em contextos específicos, contribuem para a internalização de saberes relacionados tanto à Física quanto a uma formação cultural mais ampla, para a qual é fundamental a compreensão das próprias linguagens.

Não se trata de um olhar que busca apenas a descrição de ocorrências. Queremos intervir provocando mudanças, e nesse sentido, precisamos levar em conta as representações, tanto dos alunos quanto do professor, como determinantes de suas ações.

Rotina escolar e expectativas, quanto a atitudes habilidades e conhecimentos de uns em relação aos outros na sala de aula podem modificar a natureza do que é ou não conseguido com uma certa organização do trabalho pedagógico. Para ilustrarmos essa afirmação, citamos inúmeras constatações de que a mudança dos recursos pedagógicos, sem efetiva transformação das condições do trabalho escolar, como consequência de mudança nas representações do professor, mantém inalteradas as ações dos estudantes. Assim, pudemos observar, por exemplo, grande quantidade de alunos efetuando mecanicamente cópias e semi - cópias de trechos de textos de divulgação científica sobre energia nuclear, - assunto pelo qual haviam manifestado grande interesse - para responderem a questões de avaliação, elaboradas pelo professor nos mesmos moldes em que usualmente realizava suas cobranças do saber que os estudantes supostamente deveriam ter adquirido na leitura de textos didáticos e na feitura de exercícios.

Quanto ao funcionamento das linguagens comum e matemática no ensino escolar da Física, procuraremos argumentar, com apoio na noção de obstáculo epistemológico de Gaston Bachelard, que as duas linguagens têm papéis relevantes nesse ensino. Para Bachelard, é em termos de obstáculos que a questão do conhecimento científico deve ser colocada. Para esse autor o obstáculo está associado a dados sensoriais.

que dificultam o pensamento racional, e o conhecimento ocorre *contra* um conhecimento anterior. Ele afirma explicitamente que o espírito científico deve se opor às imagens, às analogias e às metáforas.

Mas, da sua obra também se pode concluir que o espírito científico se forma retificando erros, numa ruptura com o conhecimento sensível. E é no percurso para essa ruptura que situamos os papéis das imagens, das metáforas e das analogias, bem como da linguagem comum em geral.

O processo de continuidade do pensamento, a partir da experiência primeira, leva à ruptura com essa experiência, e subentende o funcionamento da linguagem comum, na reflexão e nos intercâmbios pessoais que contribuem para a superação dialética, que inclui e nega o sensível, o imediato.

Também defendemos, com base no fato que a construção de uma linguagem é a construção de um sistema de representações, e não a de um mero código, o trabalho paralelo com as duas linguagens, ao invés de seqüencial. No trabalho de Emilia Ferreira pode-se encontrar o argumento de que a construção de qualquer sistema de representação envolve um processo de diferenciação dos elementos e relações reconhecidos no objeto a ser representado e uma seleção daqueles elementos e relações que serão retidos na representação. Num código há uma correspondência direta entre os elementos codificados e os sinais convencionados.

Finalmente, gostaríamos de lembrar como o trabalho escolar é dependente das representações do professor, entendidas na conceituação de Henri Lefebvre, representações sobre si mesmo, sobre o mundo social e físico, que se manifestam nos seus discursos e nas suas vivências e se relacionam tanto a conhecimentos adquiridos quanto às suas próprias vivências numa cultura específica.

Entre as representações que permeiam o trabalho pedagógico em aulas de Física, citamos: a convicção de que a compreensão de um tema implica apenas no "conhecimento" de cada conceito individual, sem qualquer preocupação com a estrutura em que os conceitos constituintes se relacionam.. Uma outra é a preocupação prioritária com a precisão da linguagem utilizada em aula, em detrimento da possibilidade de argumentação dos estudantes a partir de suas próprias vivências.

Representações desse tipo geram interações escolares nas quais predominam os discursos formais, de sentido único, ou seja situações nas quais apenas o professor se manifesta, servindo-se exclusivamente da metalinguagem.

Mesmo sabendo a dificuldade em se conseguir a superação de representações, gostaríamos de admitir, como Lefebvre, que a superação supõe tanto a crítica teórica quanto a ação, e nesse sentido sugerir ações diferenciadas das interlocuções que podem ser observadas em grande porcentagem das aulas de Física.

Trata-se de tentar seguir uma proposta de Eni Orlandi para o discurso pedagógico, a substituição, ainda que parcial, do discurso autoritário, ou seja do discurso de sentido único, no qual o referente, o objeto de que se fala, está ausente, oculto pelo que se diz dele, pelo estabelecimento de interlocuções polêmicas, num discurso que mantenha a presença do seu objeto.

Esta proposta não visa substituir o trabalho escolar com a metalinguagem, com a linguagem matemática em aulas de Física, e sim torná-lo mais significativo.

Para chegarmos ao que foi dito anteriormente, partimos de alguns reconhecimentos (ou, pressupostos):

1- De que o professor, através do ensino escolar, é o principal mediador do conhecimento científico, quando se pensa na internalização desse conhecimento pela maioria da população;

2- De que a linguagem da Física, como a de outras disciplinas, é uma metalinguagem. Para Lefebvre a metalinguagem é um discurso sobre o discurso, que aparece no discurso, e, segundo esse autor, não haveria mesmo discurso sem metalinguagem;

3- De que a metalinguagem da Física é formal, exigindo alto grau de abstração para sua compreensão:

4- De que para a Física a linguagem matemática não é apenas expressiva, comunicativa, é constitutiva, e alguém não conhece Física se não conhecer a sua linguagem. Segundo Bachelard "... o matematicismo já não é descritivo e sim formador";

5- De que mesmo a Física tendo a linguagem matemática na sua constituição, a linguagem comum desempenha papéis importantes na sua construção.

6- De que o conhecimento epistemológico sobre a Física é de grande importância para o seu ensino. No entanto, não se pode pensar a construção de conhecimento, que ocorre com o ensino, do mesmo modo que se pensa a construção da Ciência. Seus artífices têm finalidades, formações conceituais, atitudes e habilidades diferenciadas; nas duas construções estão envolvidas estruturas mentais que certamente não são idênticas, e elas ocorrem em instituições diferentes, a academia, o laboratório científico e a escola.

¹Apoio CNPq

BIBLIOGRAFIA

1. Almeida, M. J. P. M.; Ricon, A. E. (1993) Divulgação científica e texto literário: uma perspectiva cultural em aulas de física. *Cadernos Catarinense de Ensino de Física*. 10(1) pp7-16
2. Bachelard, G. (1996) *A formação do espírito científico. Contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto.
3. _____ *O racionalismo aplicado* (1977) Rio de Janeiro. Zahar editores.

4. Cardoso, W. (1985) Os obstáculos epistemológicos segundo Gaston Bachelard. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*. 1 pp19-26
5. Ferreiro, E. (1985). *Reflexões sobre alfabetização*. São Paulo: Cortez Editores Associados, 6a ed. Trad.: Horácio Gonsalez.
6. Lefebvre, H. (1979) *Lógica Formal e Lógica Dialética*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira
7. _____ (1983) *La presencia y la Ausencia Contribución a la teoría de las representaciones*. México: Fondo de Cultura Económica
8. _____ (1991) *A Vida Cotidiana No Mundo Moderno*. São Paulo: editora ática.
9. Lopes; A. R. C. Bachelard: O Filósofo Da Desilusão, *Cad. Cat. De Ens. De Fís.* 13 (3) 248 - 273
10. Orlandi, E. P. *A Linguagem E seu Funcionamento*. São Paulo: Editora Brasiliense
11. _____ . (1986) *O que é a linguística*. São Paulo: Editora Brasiliense.
12. _____ (1994) Discurso, Imaginário Social e Conhecimento, *Em Aberto* 14 nº 61
13. _____ (1998) Parafráse e Polissemia A fluidez Nos Limites Do Simbólico, *Rua*, 4, 9-19
14. Ricon, A. E.; Almeida, M. J. P. M. (1991) Ensino de física e leitura: *Leitura: Teoria & Prática*. 10(18)pp7-13

Mesa Redonda B3: Física moderna e contemporânea: desafios para o ensino médio

Profº Marisa Cavalcante – PUC/SP

Prof. Sérgio Arruda – Dep. Física/UEL

Profº Fernanda Ostermann – IF/UFRGS

COORDENAÇÃO: Prof. Eduardo A. Terrazan – FE/UFSM

FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA: DESAFIOS PARA O ENSINO MÉDIO

Profa. Fernanda Ostermann

A apresentação foi dividida em três partes, nas quais foram abordados os seguintes pontos:

- 1) Uma visão panorâmica da linha de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea (FMC) no ensino médio”, a partir de uma revisão da literatura;
- 2) Um estudo Delphi para levantamento de tópicos de FMC;
- 3) Uma experiência em sala de aula com o ensino de dois tópicos contemporâneos.

Uma visão panorâmica da linha de pesquisa FMC no ensino médio

Esta revisão envolveu consulta a artigos em revistas, livros didáticos, dissertações, teses, projetos e navegações pela internet.

A preocupação com o ensino de FMC nas escolas e nos cursos universitários introdutórios começou, de certa forma, com a “Conferência sobre o Ensino de Física Moderna”, realizada no Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia, Illinois, Estados Unidos, em abril de 1986, na qual cerca de 100 professores interagiram com aproximadamente 15 físicos. O objetivo específico da conferência era promover a abordagem de tópicos de pesquisa em Física, em especial, Física de Partículas e Cosmologia, no ensino médio e em cursos introdutórios de graduação. A partir deste evento, intensificou-se um forte movimento de elaboração de materiais para uso em sala de aula.

As referências envolvidas nesta revisão foram classificadas da seguinte maneira:

- Justificativas para a inserção de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no ensino médio;
- Questões metodológicas, epistemológicas, históricas referentes ao ensino de FMC; estratégias de ensino e currículos;
- Concepções alternativas dos estudantes acerca de tópicos de FMC;
- Temas de FMC apresentados;
- Propostas testadas em sala de aula;
- Livros didáticos de ensino médio que inserem temas de FMC; teses e dissertações; projetos;
- Novas tecnologias aplicadas ao ensino de FMC.

A idéia foi mostrar que:

- há escassez de trabalhos na área de concepções alternativas;
- poucas são as pesquisas que relatam propostas testadas em sala de aula;
- livros didáticos elaborados sob este enfoque ainda são pouco comuns no mercado nacional e internacional;
- novas tecnologias aplicadas ao ensino de FMC carecem de uma incorporação mais firme à pesquisa em ensino de Física e ao contexto escolar.

Por outro lado, ainda predomina, na literatura, justificativas para a inserção de FMC nas escolas e a simples apresentação de temas de FMC, sem preocupação com a transposição didática dos conteúdos envolvidos. É possível que isto demonstre uma necessidade de amadurecimento da linha de pesquisa “FMC no ensino médio”. Colocar todas estas reflexões na prática da sala de aula é ainda um desafio.

Um estudo Delphi para investigar quais tópicos de FMC deveriam ser ensinados na escola média

Foram apresentados os resultados de um estudo Delphi (Ostermann e Moreira, 1998), conduzido entre físicos, pesquisadores em ensino de Física e professores de Física do ensino médio, cujo objetivo foi chegar a um consenso sobre tópicos de Física Contemporânea que deveriam ser incluídos no currículo de Física do ensino médio em escolas brasileiras. A pesquisa completa envolveu três “rodadas”. Na primeira “rodada”, os respondentes foram apenas solicitados a sugerir tópicos de Física Contemporânea que em sua opinião deveriam ser contemplados em uma atualização do currículo de Física nesse nível de ensino. Na segunda “rodada”, os participantes foram solicitados a se posicionarem frente aos tópicos sugeridos na primeira. Na terceira “rodada”, houve possibilidade de revisar posições e atribuir grau de prioridade aos temas. Ao final, foi obtida uma lista dos tópicos mais indicados. Em síntese, os seguintes temas de Física Moderna e Contemporânea foram apontados, neste estudo, como os de “consenso” para possível inclusão no currículo de Física do ensino médio: efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, leis de conservação, radioatividade, dualidade onda-partícula, fissão e fusão nuclear, origem do universo, raios X, metais e isolantes, semicondutores, laser, supercondutores, partículas elementares, relatividade restrita, Big Bang, fibras ópticas. A partir dos resultados obtidos com o estudo Delphi, foi possível perceber alguns aspectos relevantes na discussão sobre o ensino de FMC na escola média:

- Os professores de Física do ensino médio, nesta metodologia, revelaram-se o grupo menos engajado na discussão. Pela nossa experiência nas escolas, percebemos que há muita resistência por parte deles com respeito à atualização curricular, principalmente, por implicar uma significativa reformulação nos conteúdos usualmente trabalhados e um investimento no estudo de tópicos mais atuais.
- Não há uma definição de consenso acerca do que é Física Contemporânea e como distingui-la da Física Moderna. Pela lista obtida ao final do estudo, vê-se que há tópicos modernos mesclados a contemporâneos. Até mesmo temas de Física Clássica apareceram nesta pesquisa.

O ensino de FMC em escolas de nível médio: a preparação de materiais didáticos e a experiência na “Prática de Ensino de Física” da UFRGS

Nesta parte da apresentação, relatou-se um trabalho que buscou introduzir dois temas de Física Contemporânea – Supercondutividade e Partículas Elementares – em escolas de ensino médio(Ostermann e Moreira, 1999). A incorporação destes tópicos atuais ao currículo foi desenvolvida a partir do trabalho em sala de aula de doze alunos da disciplina “Prática de Ensino de Física” do último semestre do curso de Licenciatura em Física da UFRGS. O estudo envolveu preparação de textos para os licenciandos (Ostermann et alli, 1998), discussões teóricas sobre cada um dos temas, preparação das aulas a serem ministradas pelos estagiários, redação de texto para os alunos do ensino médio, elaboração de material didático. Este processo culminou em aulas que foram avaliadas a partir de um questionário inicial com perguntas abertas sobre os dois temas e um questionário final, que incluía, além de perguntas abertas, questões de escolha múltipla. Ao todo, foram contempladas três escolas de Porto Alegre (federal, estadual e particular) e, aproximadamente, quatrocentos alunos foram atingidos.

À luz da experiência na “Prática de Ensino”, algumas implicações para a Licenciatura e para a formação de professores em serviço em Física foram levantadas:

- É fundamental preparar adequadamente os futuros professores para esta complexa tarefa de inovação curricular se o objetivo é implementá-la nas escolas. Para tanto, é preciso investir na produção de materiais didáticos adequados ao futuro professor de Física.
- Os professores em serviço precisam conhecer os resultados das pesquisas em ensino de Física, em particular, a problemática da introdução de FMC no ensino médio. Talvez, eles próprios devam ser despertados para o prazer de conhecer coisas novas e buscar nesse conhecimento a possibilidade de motivar muito mais seus alunos para as aulas de Física. Enquanto não reconhecerem esta preocupação da comunidade de ensino como sua também, pouco irão fazer nesta direção. A maneira como muitos cursos de aperfeiçoamento em serviço são ministrados – sob a forma de palestras - pouco os auxilia. É preciso ajudá-los a incorporar estes conhecimentos à sua prática docente, ajudando-os a visualizar a transposição didática adequada.
- Os materiais elaborados para os dois temas na pesquisa aqui relatada, certamente, podem ser utilizados em cursos de formação continuada neste sentido de transposição didática. Também, neste caso, será preciso muita discussão teórica para que os professores se sintam seguros em relação aos conteúdos. Com certeza, será necessário mais tempo para o desenvolvimento do trabalho, envolvendo o acompanhamento da prática docente por parte de professores da universidade. A partir de um trabalho em equipe se poderá elaborar novos materiais de FMC bem como fazer uso das novas tecnologias para melhorar o processo ensino-aprendizagem destes conceitos.

Quanto à formação dos alunos de ensino médio, a pesquisa teve as seguintes implicações:

- É viável implementar tópicos de Física Contemporânea em escolas de nível médio. Os alunos podem aprendê-la.
- Sem dúvida, foi possível verificar-se, na prática, muito do que fala a literatura: tópicos de FMC despertam a curiosidade científica dos alunos, os motivam para aprender Física. Mas para além das atitudes positivas frente à ciência, devemos buscar resultados cognitivos. Se há dificuldades de aprendizagem não são muito diferentes das usualmente enfrentadas com conteúdos da Física Clássica.
- Os resultados apontam para a asserção de que deveria haver mais Física Contemporânea no ensino médio e menos "fósseis" da Física Clássica. Os alunos podem aprendê-la se, adequadamente preparados, estiverem os professores. Com isso, os jovens podem ter uma escolarização de nível médio em Física atualizada e coerente com um pleno exercício da cidadania.

Talvez todas as idéias trazidas para esta discussão representem uma utopia para o ensino médio de Física, tendo em vista a dura realidade que se vê em muitas escolas. No entanto, quando houver vontade política de se investir em educação em nosso país, precisaremos buscar subsídios nos resultados de pesquisas sobre formação inicial e continuada de professores para repensarmos qual o perfil do professor para o próximo século. Certamente, tal perfil passará por um profissional que conhece os avanços mais recentes da ciência que ensina e domina ferramentas que possibilitam repensar o currículo na perspectiva de sua atualização.

Referências

1. OSTERMANN, F.; FERREIRA, L.M.; CAVALCANTI, C.J.H. Supercondutividade: uma proposta de inserção no ensino médio. Porto Alegre, Instituto de Física – UFRGS, 1998. 74 p. (Textos de Apoio ao Professor de Física, 8)
2. OSTERMANN, F.; FERREIRA, L.M.; CAVALCANTI, C.J.H. Tópicos de Física Contemporânea no ensino médio: um texto para professores sobre supercondutividade. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 270-288, set. 1998.
3. OSTERMANN, F.; MOREIRA, M.A. Tópicos de Física Contemporânea na escola média brasileira: um estudo com a técnica Delphi. In: ATAS DO VI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA. Florianópolis, SC, 26-30 de out. de 1998.
4. OSTERMANN, F.; MOREIRA, M.A. O Ensino de Física Contemporânea em escolas de nível médio: uma experiência a partir da disciplina "Prática de Ensino de Física" da UFRGS. In: XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA. Brasília, 25-29 janeiro de 1999.

FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA: DESAFIOS PARA O ENSINO MÉDIO

Marisa Cavalcante

PUC/SP

Antes de iniciar a discussão sobre o tema proposto vou apenas fazer algumas observações que a meu ver são extremamente curiosas e bastante relevantes para este momento. Estas observações são provenientes de uma leitura de um artigo publicado pela profa Rachel Gevertz no "SBPC Documenta" n.o 3; 1995 - pg. 14 "O artigo intitula-se: "Carta/ Chamamento aos Governantes/Educadores: "reconsiderando o óbvio"".

Neste artigo a profa. Raquel menciona um "Manual de Ensino Elementar para o uso dos Paes e Professores", de N. A. Calkins traduzido por Ruy Barbosa e publicado em 1886 na Imprensa Nacional. (há 113 anos!!). Algumas frases de conteúdo bastante atual são observadas:

- "...De feito, o que até hoje se distribue em nossas escolas de primeiras letras mal merece o nome de ensino. Tudo nellas é mechanico e esteril, ...
- "...como exigem os canones racionaes e scientificos do ensino elementar, representa o papel de um recipiente passivo de formulas, definições e setenças....
- "...O mestre e o compendio affirmam, o alumno repete com a fidelidade do automato;...
- "...É o domínio absoluto do "verbalismo"....

Em 1932, foi lançado o "Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova". A leitura deste manifesto, segundo a profa Rachel Gevertz, mostra que os aspectos apresentados e os caminhos a percorrer, nele propostos, são ainda hoje assuntos discutidos na problemática da educação brasileira, da definição à avaliação.

Em 1995, a proposta do Estado compreende melhorar o ensino básico, valorização do professor, preparo do professor via Sistema de TV Educativa, definição de conteúdo/ currículo e avaliação.

Em 1996 finalmente, o filho **do meio** (Ensino Médio), foi lembrado na LDB!!!

A lei de Diretrizes e Bases assinada em 20 de dezembro de 1996, no 185º. aniversário da Independência e 105º. da República temos, na sessão IV do Ensino Médio no Art. 36, 1º. parágrafo:

"*Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizados de tal forma que ao final do ensino médio o educando demonstre:*

I - *domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna;*

II - *conhecimento das formas contemporâneas de linguagem;*

III - *domínio dos conhecimentos de Filosofia e de Sociologia necessários ao exercício da cidadania".*

Idéias de 1886! Idéias de 1932!

O que fizemos? Nós não soubemos fazer?

E agora, 1999 o que fazer? Como fazer?

É necessário mudar, insistir .

É necessário fazer!

A nova Lei diz... Conhecer formas contemporâneas de linguagens...

A nova Lei diz.... Educação como exercício da cidadania.

A nova Lei diz.... A nova Lei diz...

Como fazer cumprir a Lei?

Particularmente só acredito que as "coisas" acontecem quando existe o prazer.

Prazer em ensinar, prazer em aprender.

Precisamos resgatar o prazer. Precisamos resgatar a alegria.

Do ponto de vista pessoal nada melhor que a renovação para isto. Organizar a casa, arrumar as gavetas.

Redimensionar sua função como indivíduo no contexto geral, sua origem, sua história e saber que você representa um pedaço do Universo.

Transportando estas concepções para o Ensino da Física. Precisamos organizar a casa... Atualizar conteúdos, inserir a Física, na nossa vida, para que possamos integrá-la na vida dos nossos alunos!!

Sabemos que já não é mais possível restringir os conhecimentos dos nossos jovens na física do século XVII e XIX. É preciso acompanhar a evolução dos tempos, é preciso entender as descobertas básicas que deram o origem ao grande avanço tecnológicos que estamos vivenciando. A tecnologia e seus avanços exerce um grande poder de sedução, poder que estamos desprezando e, que é fundamental para um resgate do prazer.

Sabendo disso não posso mais seguir os velhos padrões estabelecidos que considera o conhecimento científico como algo acumulativo!!

Uma revisão geral do currículo. Uma inserção de assuntos de Física Moderna ao longo dos 3 anos de Ensino Médio exige que o detalhismo em alguns tópicos do programa tenham que ser desprezados. Precisamos de abrir mão da alguma coisa!!!

Mas isto não basta. Esta etapa já pressupõe que alguma atitude será tomada. E quem disse isto?

O professor é a chave que pode abrir novos caminhos. Nós professores, temos em nossas mãos um trunfo: o poder de ensinar/educar.

Formar/ capacitar, aperfeiçoar professores. Devolver-lhe o prazer é a questão.
E a quem compete esta tarefa?

A meu ver esta é a tarefa da Universidade, como ápice , "o melhor ensino, pesquisa e extensão à serviço da comunidade".

Produzir materiais paradidáticos, criar os mecanismos que permita resgatar o nosso prazer, a nossa alegria na relação ensino e aprendizagem.

Trouxe, para esta nossa discussão, alguns dispositivos e pequenos experimentos desenvolvidos pelo Grupo de pesquisa em Ensino de Física da PUC/SP (GOPEF) que tem sido utilizados através de cursos e Oficinas, mostrando um elevado grau de eficiência como agentes incentivadores neste processo ; que chamamos de, resgate do prazer em ensinar e aprender.

Este material é utilizado como base para que o professor e/ou aluno construa conceitos em Física Moderna através de um processo vivencial.

Estaremos durante este ano ministrando uma Oficina de Inserção de Física Moderna utilizando material caseiro para o desenvolvimento do processo de experimentação na Escola do Futuro/ USP ; Datas: 20 e 27/03 ou 22 e 29/05 ou 24 e 31/07 Horário: das 14 às 18 h .

Isto é pouco muito pouco...Precisamos muito mais.

Neste aspecto encaminhamos, durante os anos de 1998 um projeto para a FAPESP/SP-INFRA4 visando obter uma estrutura mínima para o GOPEF dar continuidade as suas atividades de pesquisa em ensino de Física .

Recebemos como resposta desta instituição : ... apesar da qualificação do projeto ele não contempla as prioridades estabelecidas em função da alta demanda de pedidos encaminhados.*A foto abaixo, retrata um pouco a nossa resposta às dificuldades que nosso grupo vem enfrentando. Nossa fonte inspiradora!!!!*

Desistir Nunca!!



INSERÇÃO DA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: PROBLEMAS E PERSPECTIVAS¹

Sergio M. Arruda

Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, PR

Email: arrudas@sercomtel.com.br

A partir de 1997, começamos a estruturar junto ao Departamento de Física da Universidade Estadual de Londrina, um grupo de trabalho sobre a introdução da Física Moderna e Contemporânea na escola média, constituído por professores do segundo grau e pesquisadores da área de ensino de Física. O grupo, denominado por nós de Grupo de Física Moderna (GFM), surgiu a partir de atividades durante um curso de atualização ministrado em 97 (Prociências). Na ocasião, os 90 professores de Física que faziam parte do curso, tiveram a oportunidade de participar de algumas atividades relacionadas com a Física Moderna que consistiram, basicamente, de 16hs de aulas sobre a natureza ondulatória e corpuscular da luz.

¹ Contribuição para a mesa redonda "Física Moderna e Contemporânea: Desafios para o Ensino Médio", XIII SNEF, Brasília, janeiro de 1999. O trabalho como um todo faz parte de doutorado em andamento na Faculdade de Educação da USP e contou com a colaboração dos professores Alberto Villani do IFUSP e Elizabeth Barolli do Depto. de Física da Universidade Estadual de Londrina.

A partir de um levantamento preliminar sobre as condições e o interesse dos professores em participar de um trabalho mais a longo prazo sobre o assunto, o GFM foi então criado com, inicialmente, dois objetivos gerais:

- A discussão conjunta de problemas e perspectivas relacionados à introdução da Física Moderna e Contemporânea no currículo de 2º grau do Estado do Paraná.
- Atualização dos professores participantes em conteúdos relacionados à Física Moderna e Contemporânea.

O grupo se reuniu durante todo o ano de 98, em encontros quinzenais. Ao total foram 18 encontros, de mais ou menos 8hs, realizados aos sábados. As reuniões se iniciaram em fevereiro, com a participação de apenas 10 professores. Gradativamente, esse número cresceu até atingir um total de 30. O grupo tem conseguido recursos através do programa Prociências para o desenvolvimento de suas atividades, o que tem sido positivo no sentido de ajudar a sua consolidação.

Desde o início, pretendemos inserir o grupo em um processo de resolução de problemas. Para isso, um "problema gerador" foi proposto ao grupo e enunciado mais ou menos como segue:

Considerando que estamos praticamente no século XXI e que os conteúdos de Física abordados no 2º grau são basicamente do século XIX, é um dos problemas fundamentais do ensino de Física, atualmente, discutir e apresentar propostas para a inserção no currículo de Física de 2º grau de conteúdos relacionados às teorias desenvolvidas durante o século XX, ou seja, Física Moderna e Contemporânea. Esse problema geral passa, na prática, por três questões fundamentais: o quê (que conteúdos ou assuntos de FM) deve ou pode ser abordado no segundo grau; onde (em que momento do currículo do 1º, 2º ou 3º anos) esse conteúdo pode ou deve ser inserido; e como isso deveria ser feito (que metodologia usar).

O problema acima deveria nortear todas as discussões e atividades a serem desenvolvidas nos próximos 3 anos.. A idéia era não apenas discutir teoricamente o problema, mas discutir e propor soluções para situações reais geradas a partir do mesmo.

Durante os primeiros encontros do grupo procuramos tornar claro os objetivos gerais do trabalho e iniciar as discussões e aulas sobre conceitos da Física Moderna, conforme expectativa dos próprios professores. Nas reuniões iniciais procuramos enfatizar o processo de resolução de problemas ao redor do qual se pretendia que o grupo organizasse suas atividades. Ao cabo de alguns encontros, as reuniões acabaram por atingir um formato em que se procurava alternar, na parte da manhã, aulas de conteúdo e laboratório e na parte da tarde, discussões diretamente relacionadas ao problema geral do grupo.

Os professores que formam o grupo pertencem a 7 Núcleos Regionais de Educação (NRE) da região norte do Estado do Paraná, cobrindo uma área de aproximadamente 100 municípios. O NRE é a instância administrativa regional da Secretaria de Educação do Estado do Paraná e corresponde às Delegacias de Ensino do Estado de S. Paulo. Para facilitar a interação dos professores entre si e a organização dos trabalhos, os 30 professores foram separados em equipes, de acordo com o NRE ao qual pertencem.

Em levantamento feito no início de 1999, pudemos constatar que somente 15% dos professores do grupo têm formação em Física, sendo que 46% do grupo têm formação básica em Ciências, com habilitação em Física. Em relação à cursos de especialização, 42% já fizeram ou estão fazendo cursos relacionados à área de Física (Ensino de Física). Apenas 8% do total não fizeram nenhum tipo de especialização. A formação deficiente explica em parte a procura dos professores por cursos de especialização em Física. Há, portanto, uma procura por uma complementação da formação básica.

Nas entrevistas ou nas reuniões alguns professores demonstraram por diversas vezes possuir consciência dessa deficiência em sua formação. Portanto, a primeira das nossas expectativas com relação ao andamento do grupo foi observar como professores com tal formação reagiriam à tarefa que deles se esperava. Assim nossa atenção se dirigiu inicialmente a localização dos diferentes problemas que iriam surgindo no processo de resolução do problema gerador das atividades do grupo. A primeira dessas questões a nos chamar a atenção dizia respeito à própria maneira como os professores estavam entendendo o que é a Física Moderna.

Para quem passou por um bacharelado ou uma licenciatura plena em Física está acostumado a associar o termo "física moderna e contemporânea" à Mecânica Quântica, Relatividade e seus desdobramentos ou aplicações. Quase sempre se enfatiza também as revoluções provocadas pelas duas principais teorias da Física do século XX, opondo seus conceitos aos da Mecânica e Eletromagnetismo Clássicos.

Entretanto, o que parece ser óbvio para os professores com uma melhor formação pode parecer problemático para muitos professores do ensino médio, pois a compreensão que alguns professores demonstraram pelo termo foi muito diferente da usual. Por exemplo: às vezes eles vincularam a Física Moderna à tecnologia, mesmo quando a tecnologia envolvida em determinado produto tecnológico atual (por exemplo, aviões supersônicos, carros de corrida, etc) não está explicitamente relacionada ao que usualmente denominamos Física Moderna.

Não está muito claro, portanto, para muitos dos professores participantes do GFM o que é a própria Física Moderna, no sentido de distinguir os assuntos ou teorias da Física Moderna dos da Física Clássica. É óbvio que se os professores não conseguem fazer essa separação de forma clara vão ter dificuldades em

entender e principalmente "comprar" o problema geral do grupo. Por outro lado, se eles não estão comprando esse problema o que a participação no grupo está trazendo de importante para eles? O que de fato eles estão procurando?

Temos observado que uma das principais insatisfações do professor está relacionada à maneira usual com que ele aborda a Física no segundo grau e da qual ele tem dificuldade de se afastar. Talvez por isso para alguns professores a importância de participar do grupo, de introduzir a Física Moderna no segundo grau, parece residir mais em ela estar sendo relacionada a "um método moderno" de ensinar Física, em oposição à maneira tradicional, relacionada à Física Clássica, que seria mais "matemática", onde a resolução de problemas de finais de capítulo e a ênfase nas fórmulas e equações predominam.

Portanto, ao tentar envolver os professores com a questão da inserção da FMC na escola média, outras preocupações e motivações foram surgindo, o que provocou um deslocamento do foco da pesquisa para problemas mais amplos, relacionados à formação de professores em geral. O que está sendo observado, atualmente, é como cada equipe reage ao problema gerador do grupo, ou seja, a quais problemas o grupo como um todo ou cada professor em particular está enfrentando quando se propõe (ou não) a pensar a inserção da Física Moderna e Contemporânea na escola. Também estamos preocupados em fazer com que os professores do grupo passem a refletir sobre sua própria prática, de modo que a pesquisa possa realmente ser caracterizada como um trabalho conjunto, onde o conhecimento do professor faça parte dela como um elemento fundamental.

Apesar da gama de problemas diferentes e de caráter geral surgidos durante as reuniões, alguns dos professores começaram a se mobilizar para o planejamento de tópicos de Física Moderna a serem inseridos em suas aulas. Os grupos começaram gradativamente a se consolidar em 98 e alguns planos de trabalho foram delineados e já estão em andamento. Para 1999, a perspectiva é a elaboração de alguns materiais didáticos e teste desses materiais em sala de aula, para que, até o final do ano 2000, o grupo possa ter uma proposta de alteração curricular para ser encaminhada à Secretaria de Educação do Estado do Paraná.

Mesa Redonda C1: Formação em física dos professores de ciências do ensino fundamental

Prof. José André Peres Angotti – CED/UFSC

Profª Maria Helena Carneiro – FE/UnB

Prof. Arnaldo Vaz – COLTEC/UFMG

COORDENAÇÃO: Profª Eliana dos Reis Nunes – IF/UnB

Mesa Redonda C2: Experiências atuais na formação continuada de professores de Física

Prof. Maurice Bazin – Exploratorium (não compareceu)

Profª Maria Antonieta Teixeira – IF/UFRJ

Prof. Orzenil Bonfim Júnior – UNAB-DF

Profª Marly da Silva – IF/UFF

COORDENAÇÃO: Profª Maria de Fátima Rodrigues Makiuchi

EXPERIÊNCIA PRÓ - CIÊNCIAS/FÍSICA DA UFRJ

*Prof.a Maria Antonieta Teixeira
IF/UFRJ*

O trabalho com os professores do segundo grau e com as escolas começa em 1981 com a Professora Suzana de Souza Barros , o professor Marcos Elias e a professora Deise Miranda. Os vários órgãos financiadores (CNPq,FUJB,FINEP,PADCT,SPEC,CAPES,Fundação Vitae) tornaram possível o treinamento de professores do segundo grau (bolsas de aperfeiçoamento) , realização de oficinas, acessoria às escolas, etc. Entre este projetos podemos destacar:

1. Projeto Educon (Informática)
2. Projeto Fundão
3. Projeto de Aperfeiçoamento financiado pela VITAE etc.

Em 1996 foi criado o projeto Pró-Ciências e a professora Susana Barros propôs que eu fosse a coordenadora. A origem da proposta é que sou coordenadora e criadora do Laboratório Didático do Instituto de Física(LADIF). Naquela ocasião, o LADIF produzia material didático para o terceiro grau, treinava monitores e atendia turmas de escolas . Aceitei o coordenação e estou envolvida no projeto Pró-Ciências

desde esta época. O Instituto de Física participou de três editais do projeto Pró-Ciências e ministrou os seguintes cursos:

- 1) Projeto de Atualização de Professores de Física em Serviço (PAPES I e PAPES II).
- 2) Projeto de Aperfeiçoamento de Professores de Física em Serviço (PAPES III).

PAPES I

Coordenadora: Maria Antonieta Teixeira de Almeida

O projeto PAPES I treinou 30 professores em um curso de 160 horas (40 horas em uma semana, 40 horas de encontros mensais e 80 de trabalhos à distância) ministrado em um semestre. O orçamento do projeto foi de R\$41419,01.

Foi produzido material didático e experimentos que foram fornecidos aos professores após trabalho em laboratório. Também foi adquirido uma coleção do Physics Demonstration Group em inglês.

PAPES II

Coordenadora: Professora Susana Souza Barros.

Este projeto teve um caráter diferente do primeiro. Foram selecionados 40 professores que tiveram uma semana de curso. Foram selecionados 7 professores que trabalharam durante seis meses nos seguintes projetos:

1. Produção de um multimídia (CDROM) de eletrostática.
2. Confecção de cadernos explicativos dos vídeos da PHYSICS DEMONSTRATION que foram colocados na videoteca do LADIF após o final do projeto.
3. Confecção de um manual para o TOBOOK.
4. Projeto na área de avaliação.

PAPESIII

Coordenadora : Professora Maria Antonieta Teixeira de Almeida

Este projeto treinou 40 professores em um curso de 180 horas (140 presencias e 40 de trabalho à distância) ministrado em um ano. O orçamento foi de R\$6000,00 reais. Foi produzido material didático (livros, vídeos, programas, textos,etc)e experimentos que foram fornecidos aos professores após serem trabalhados em laboratório.

Dificuldades dos projetos.

- 1) A dificuldade de mudar o grupo de professores que à vários anos faziam cursos análogos. Isto só foi possível no PAPESIII.
- 2) Dificuldade de avaliar profissionais que já estão exercendo a sua função no mercado de trabalho e não têm tempo para realizar as tarefas à distância. Isto só foi conseguido no PAPES III onde a maior parte do trabalho foi feito nos encontros e oferecemos aos professores a possibilidade de refazer trabalhos com nota C.
- 3) Não conseguimos fazer um trabalho de acompanhamento nas escolas. Apesar de termos dado prioridade a inscrição de equipes , sómente um das escolas enviou três professores.

EXPERIÊNCIAS ATUAIS NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE FÍSICA

*Marly da Silva Santos - IF-UFF
marly@if.uff.br*

Todo nosso trabalho tem sido desenvolvido junto a uma busca de embasamento teórico, objetivando desta maneira, uma estrutura que possibilite alterações, como consequência de feedback obtido pelas avaliações frequentes de nossas ações.

Nos dias atuais, a formação continuada é uma problemática que adquire especial relevância. A busca da construção da qualidade de ensino de uma escola fundamental e média comprometida com a formação para a cidadania, exige necessariamente um repensar a formação de professores, tanto inicial como continuada.

O modelo clássico enfatiza a reciclagem – a volta à universidade, considerando-a como o único locus de produção do conhecimento.

O questionamento que levantamos diz respeito ao paralelismo existente entre o conhecimento como processo contínuo de construção (de) construção e reconstrução e a prática cotidiana e reflexiva dos professores. Assim, tentamos deslocar este eixo, a universidade como única detentora do saber para a sala de aula, na procura de envolvimento de professores, na busca de sua própria identidade sustentada pelos seus próprios saberes, o da experiência, os científicos e os pedagógicos.

A chegada do século XXI tem despertado sérias preocupações com a Educação em âmbito mundial. Recentemente, a Conferência Mundial sobre Educação Superior, promovida pela UNESCO e realizada em Paris de 05 a 08 de outubro, explicitou em sua declaração a necessidade de ser reforçado o papel da educação Superior no serviço à Sociedade, bem como de aumentar sua contribuição para o desenvolvimento do sistema educacional como um todo, principalmente no tocante à melhoria da formação do professor e da pesquisa em ensino.

Neste mesmo contexto, porém em escala nacional e restrita ao campo da Educação em Ciências, o Seminário Educação em Ciências no Século XXI, auspiciado pelo CNPq e Conselho Britânico e ocorrido em Brasília no início de 1998, discutiu e propôs um modelo de educação em ciências.

Trabalhos voltados à introdução da Física Moderna e Contemporânea desde 1994 têm sido desenvolvidos por participantes do Grupo de Pesquisa em Ensino de Física, voltados inicialmente para alunos do Curso de licenciatura em Física da Universidade Federal Fluminense.

Atendendo ao 1º edital do Programa Pró-Ciências, CAPES-FAPERJ (1996), este trabalho foi estendido para professores em exercício com a realização de um Workshop, envolvendo professores do Instituto de Física (IF-UFF). Nesta oportunidade buscou-se levantar os obstáculos e as possibilidades da introdução de Física Moderna e Contemporânea na Escola Média e envolver os professores na formação de um grupo para aprofundar estudos com este objetivo.

Na interação professores-pesquisadores e em exercício no ensino médio surgiram os primeiros temas voltados principalmente para alguns antefatos (televisão, forno de microondas, célula fotoelétrica). Com o objetivo de levar para a sala de aula, foram elaborados textos para professores e alunos e kits quando o assunto permitia.

Em 1997, os editais 2º e 3º do Programa Ciências, oportunizaram a continuidade do trabalho, com a elaboração do material didático e a divulgação e testagem do mesmo, através de cursos de atualização para um universo mais amplo de professores de Física da Escola Média em várias cidades do Estado do Rio (Niterói – Sede, Petrópolis, Bom Jesus do Itabapoana, Macaé). Paralelamente, os professores elaboradores iniciaram a aplicação deste material em suas salas de aula.

Com o 4º edital para desenvolvimento em 1998, a Física Clássica foi incorporada, de maneira específica, às atividades do projeto pela parceria com o Centro de Ciências do Rio de Janeiro (CECIERJ), com a apresentação da metodologia proposta pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Nesta etapa, além dos professores elaboradores, também alguns professores cursistas aplicaram o material para os seus alunos.

Neste ano de 1999, não mais em parceria com o CECIERJ, as atividades serão desenvolvidas, não mais na Sede do IF-UFF, mas em outra região do Estado do Rio (Região do Médio Paraíba), na cidade de Volta Redonda.

Alguns resultados já podem ser apontados:

- maior envolvimento entre professores-pesquisadores com professor do ensino médio, assumindo desta forma, os pressupostos proclamados recentemente em dois encontros, o de Paris (outubro/98) sobre as responsabilidades da universidade em todos os graus de ensino e o de Brasília (fevereiro/98).

- alterações consideráveis no ensino médio pela introdução da Física Moderna e Contemporânea e por uma nova metodologia de ensino da Física Clássica, tendo já alcançado 2200 alunos da escola média, uma vez que a proposta já foi aplicada por 32 professores.

- interesse demonstrado pelos trabalhos dos projetos não só pelos professores do Estado do Rio, mas de todo Brasil, na oportunidade de vários encontros (*Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física* – Lindóia, Florianópolis – *Simpósio Nacional de Ensino de Física* – Belo Horizonte).

Em relação à formação continuada de professores de Ciências, outras ações são desenvolvidas através de um Curso de Pós-Graduação Lato Sensu, com 4 modalidades: **Biologia, Ciências de 1º grau, Física e Química**. Tal curso funciona desde 1992 e oferece 15 vagas por modalidade. As disciplinas são divididas em dois blocos, um de **núcleo comum** e outro de **núcleo específico**, perfazendo um total de 390 horas.

Núcleo Comum:	Núcleo Específico:
Introdução à Pesquisa	Instrumentação para o Ensino I, II e III
Articulação dos Conteúdos I e II	Evolução dos Conceitos
Seminários	Tópicos Especiais
Ciência e Filosofia	Estágio Supervisionado
Português	
Educação e Sociedade	
Curriculos, Programas e Livro Didático	

O corpo docente do curso conta com: **10 doutores, 14 mestres e 01 especialista.**

Além das disciplinas, os alunos devem elaborar junto a um orientador, uma monografia para ser defendida oralmente perante banca de 3 professores. Desde o primeiro ano de funcionamento, contava com bolsas e auxílio financeiro da CAPES e CNPq.

Em 1997	Em 1998	Em 1999
só bolsa CAPES.	a CAPES solicitou, que qualquer auxílio fosse dirigido ao Programa Pró-Ciências que havia sido criado, para atender esta demanda.	este ano deveremos contar com o auxílio do tal programa.

Mesa Redonda C3: Novas tecnologias: velhos hábitos?

Prof. Gustavo I. Killner – Escola do Futuro/USP

Profª Maria Regina D. Kawamura – IF/USP

Profª Flávia Rezende – UFRJ

COORDENAÇÃO: Prof. José Eduardo Martins – IF/UnB

NOVAS TECNOLOGIAS: VELHAS PRÁTICAS?

Flavia Rezende

Laboratório de Tecnologias Cognitivas - NUTES - UFRJ

frezende@nutes.ufrj.br

Este trabalho apresenta uma reflexão sobre como a utilização de novas tecnologias pode contribuir com novas práticas pedagógicas, examinando duas vertentes: a elaboração de materiais didáticos e a prática pedagógica propriamente dita. Na primeira parte são apresentadas algumas abordagens teóricas da aprendizagem baseadas no enfoque construtivista, que poderiam potencializar materiais didáticos incorporando novas tecnologias e na segunda, considerações sobre alguns aspectos da prática pedagógica como por exemplo o papel do professor, o planejamento e a avaliação educacional que deveriam estar sendo revistos se quisermos alterar as velhas práticas em projetos de inovação tecnológica na escola.

Novas Tecnologias e a Prática Pedagógica

O título do trabalho expõe uma contraposição entre o novo e o velho, podendo ser interpretada da seguinte maneira: novas tecnologias, mas velhas práticas? Realmente, a introdução de novas tecnologias na educação não implica novas práticas pedagógicas pois podemos com ela apenas vestir o velho com roupa nova, o que seria o caso do livro eletrônico, por exemplo. Por outro lado, novas práticas pedagógicas não implicam o uso de novas tecnologias o que estaria baseado na crença de que o novo reside exclusivamente no uso das tecnologias educacionais, ou seja, uma visão tecnicista do processo educativo.

Se as novas tecnologias não implicam novas práticas pedagógicas nem vice-versa, aparentemente poderíamos dizer que não há relação entre essas duas coisas, o que não é necessariamente verdade se considerarmos que o uso das novas tecnologias pode contribuir para inovações na elaboração de materiais didáticos e na prática pedagógica desde que se baseie em novas concepções de conhecimento, do processo de ensino-aprendizagem, do aluno, do professor e por que não, do conteúdo.

Elaboração de materiais didáticos que incorporam as novas tecnologias

Não há consenso entre os pesquisadores sobre a contribuição de ordem conceitual da tecnologia para a elaboração de novas idéias sobre os processos de aprendizagem ou ensino. Uma saída para a questão é a posição cuja ênfase é o esforço de conceber o *design* instrucional de um material didático com base em novas abordagens teóricas sobre a aprendizagem. Entretanto, a pesquisa tem mostrado que a transferência de descobertas nas ciências cognitivas e sociais para a prática do *design* instrucional raramente é um processo tão direto (Dillon, 1996), o que não significa que não temos que continuar envidando esforços.

Podemos considerar o construtivismo como um enfoque hegemônico na área de Tecnologia Educacional (Boyle, 1997). As seções seguintes procuram dar uma visão panorâmica de novas abordagens teóricas sobre a aprendizagem com base nos pressupostos construtivistas que têm servido de teoria instrucional em projetos de inovação tecnológica na educação em ciências.

Aprendizagem profunda à aprendizagem. Para Morgan (1995) a oposição entre os papéis ativo e passivo do aluno frente à aprendizagem é insuficiente. Com o conceito de abordagem profunda, ela pretende dar ênfase à intenção de entender, ao maior domínio, autonomia e apropriação das estratégias metacognitivas que essa abordagem pode proporcionar. Para que o aluno aborde sua aprendizagem dessa maneira é necessário que se desenvolva dentro dele a consciência do que consiste aprender uma vez que essa concepção influenciará a abordagem.

Non-linearidade do conhecimento (Sistemas Hipermídia de Aprendizagem). A idéia básica dos sistemas hipermídia é ligar informação que está relacionada. Seus elementos fundamentais são as unidades de informação e as ligações que implementam as relações (Marchionini, 1988). Os sistemas hipermídia de aprendizagem oferecem um alto nível de controle ao usuário na medida em que é possível se mover entre vastas quantidades de informação de uma forma não-linear de acordo com sua base de conhecimento e estrutura cognitiva o que torna possível aprender segundo interesses e experiências próprios.

Flexibilidade Cognitiva. A Teoria da Flexibilidade Cognitiva se originou do estudo de obstáculos na aprendizagem de conhecimento complexo em níveis avançados de instrução ligados a características do próprio domínio de conhecimento como sua má-estruturação e excesso de simplificação. A teoria se baseia em uma nova orientação construtivista (Spiro et al., 1992) que enfatiza a reconstrução flexível do conhecimento prévio para se ajustar a uma nova situação e não a simples utilização de conhecimento prévio pronto e acabado.

Aprendizagem baseada em problemas ou casos. É uma abordagem na qual o estudante aprende a partir da colocação de um problema (ou caso) que pode ser real ou simulado. Apesar de haver várias estratégias para implementá-la (Savery & Duffy, 1995), em geral os estudantes obtêm dados, formulam hipóteses, tomam decisões e emitem julgamentos. Na área da saúde, por exemplo, são utilizadas simulações clínicas que substituem problemas clínicos padronizados, relevantes e análogas a situações reais. A partir de perguntas em que o aluno possui alternativas de respostas e das consequências das decisões tomadas ele tem a oportunidade de testar sua capacidade de julgamento frente a um conjunto de dados.

Aprendizagem baseada em recursos. Os estudantes aprendem a partir de sua interação com uma gama de recursos de aprendizagem (textos, vídeos, bases eletrônicas de dados) para responder perguntas ou resolver problemas relacionados ao tópico (Rakes, 1996). Essa metodologia coloca como objetivo educacional a compreensão da informação muito mais do que a sua transmissão ou armazenamento, incluindo a busca, a análise, a organização e avaliação da mesma.

Aprendizagem contextualizada. A idéia geral é fazer o estudante pensar sobre o domínio do conhecimento como um especialista engajando-o ativamente na resolução de problemas do mundo real e na criação de projetos para os quais aqueles problemas são relevantes (Brown et al. 1989). O objetivo principal é permitir aos estudantes e professores experimentarem os tipos de problemas que especialistas em várias áreas encontram, aprendendo a usar teoria, dados, procedimentos experimentais e a construir argumentos sobre pontos de vista específicos.

Aprendizagem Colaborativa. O indivíduo aprende e se desenvolve através da interação com os outros (Vygotsky, 1984). Esse pressuposto serve de inspiração para o trabalho colaborativo que significa compartilhar objetivos e ter a intenção de somar, de criar algo novo através da colaboração, um processo diferente da simples troca de informações ou instruções, cujo resultado é um produto de todos. Os meios de comunicação oferecidos pelas novas tecnologias possuem recursos que podem propiciar a interação entre grupos, favorecendo assim relações de colaboração.

Construcionismo. O construcionismo tem suas raízes no trabalho de Seymour Papert e seu pressuposto teórico vai além de afirmar que o conhecimento é construído pelo indivíduo mas que isto acontece especialmente quando o indivíduo é engajado na construção de algo externo o que nos levaria a um modelo de ciclo de internalização do que está fora e de externalização do que está dentro de nós, e assim por diante.

Introdução das Novas Tecnologias na Prática Pedagógica

Partimos do pressuposto de que um projeto de inovação tecnológica na educação será relevante se contribuir para transformar em profundidade a práticas pedagógica (Maggio, 1997). Nesta seção vamos mostrar indícios da transformação de alguns componentes da prática pedagógica no contexto de projetos de

inovação tecnológica na escola como por exemplo o papel do professor, o planejamento pedagógico e a avaliação educacional.

O papel do professor. O professor deixa de ser o repassador do conhecimento para ser o criador de ambientes de aprendizagem e facilitador do processo pelo qual o aluno adquire conhecimento. O ensino com as novas mídias deveria questionar as relações convencionais entre professores e alunos. Para mudar essa situação, Moran (1998) defende características do novo professor como ser aberto, humano, valorizar a busca, o estímulo, o apoio, e ser capaz de estabelecer formas democráticas de pesquisa e de comunicação. Nas atividades pedagógicas realizadas através da internet, por exemplo, professor e aluno tornam-se participantes de um “novo” jogo discursivo que não reconhece a autoridade ou os privilégios de monopólio da fala inaugurando assim relações comunicativas e interpessoais que tendem à simetria de oportunidades (Pacheco, 1997).

O Planejamento Pedagógico. O planejamento pedagógico no paradigma construtivista impõe grandes desafios a serem enfrentados por nós professores pois não há uma fórmula que permita a transferência imediata de seus princípios à prática (Boyle, 1997). Nesse enfoque não se acredita que a aprendizagem ocorra independente do conteúdo e do contexto da aprendizagem (Bednar et al., 1992). Por isso, não é possível dividir o conteúdo em pequenos módulos, da mesma forma que se torna difícil pré-definir objetivos específicos. Os objetivos específicos surgem durante a realização de tarefas autênticas e solução de problemas significativos.

A construção do conhecimento do aluno, sendo um processo individual e particular, não permite o planejamento de tarefas únicas para um determinado perfil médio de alunos. Para atender a esse novo enfoque é necessário que o ambiente de aprendizagem possa se ajustar a necessidades particulares de cada aluno e ofereça suporte, estimulem a aprendizagem e possibilitem aos alunos atingirem suas metas (Struchiner et al., 1998).

Avaliação educacional. Da mesma forma que o planejamento, a avaliação na perspectiva construtivista é diferenciada da tradicional. Apesar de ser uma questão em aberto, é decorrente deste enfoque a priorização da avaliação dos processos mentais dos alunos em relação aos produtos finais. Nesta perspectiva, os conceitos de certo e errado tornam-se secundários na medida que o aluno deve ser capaz não só chegar a uma resposta mas justificar e defender seus julgamentos e decisões (Bednar et al., 1992) durante a resolução de problemas.

Conclusão

A opção de alguns teóricos que propõem “defender” os alunos dos perigos das novas tecnologias não percebe que o desconhecimento de seus aspectos técnicos, políticos, econômicos e éticos pode impedir que os alunos desenvolvam sua própria posição diante delas (Sancho, 1994).

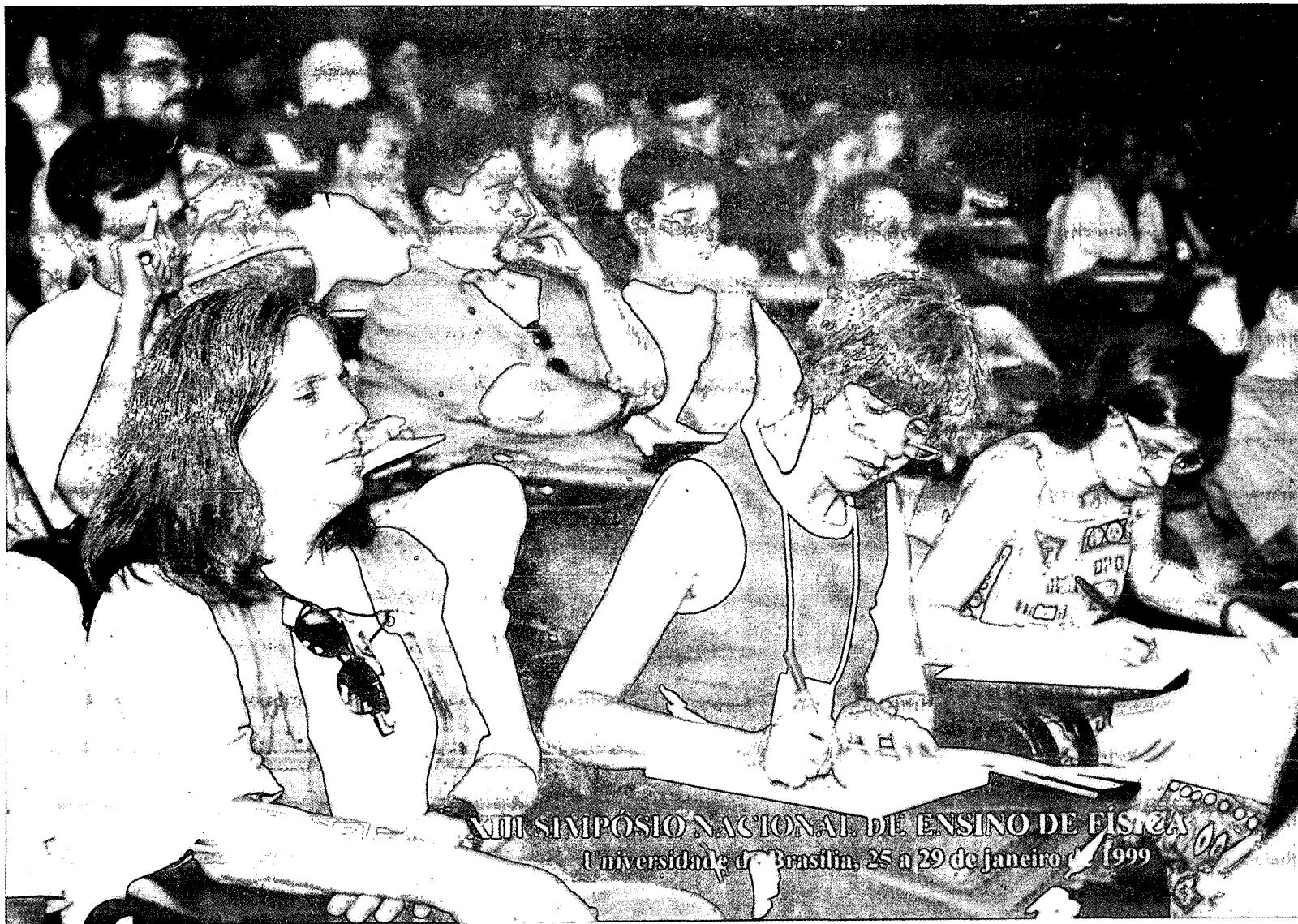
Acreditamos, como Dillon (1996), que a aprendizagem pode ganhar com a introdução da tecnologia ao contexto educacional desde que esse contexto não se caracterize somente pela presença da tecnologia mas seja resultado do uso criterioso apoiado pela teoria e pelo trabalho do professor.

O sucesso do conjunto “novas tecnologias-novas práticas pedagógicas” depende muito menos das tecnologias disponíveis do que da abertura da mentalidade entre nós, professores (Kamawura 1998) e de colocar em xeque paradigmas tradicionais de planejamento, desenvolvimento, implementação e avaliação de atividades e materiais educativos cristalizados em nossa cultura cuja fundamentação encontra-se enraizada no objetivismo (Jonassen, 1996) e na postura do professor enquanto detentor do poder e do conhecimento.

Referências

1. Bednar, Anne K., Cunningham, Donald, Duffy, Thomas M. & Perry, J. David. *Theory into Practice: How do we link?* In T. M. Duffy & D. H. Jonassen, *Constructivism and the Technology of Instruction: A Conversation*. London, Lawrence Erlbaum Assoc. Publ., 1992.
2. Boyle, Tom. *Design for Multimedia Learning*. London, Prentice Hall, 1997.
3. Brown, J. S., Collins, A. & Duguid, P. Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, V. 18, 32-42, 1989.
4. Dillon, Andrew. Myths, Misconceptions and an Alternative Perspective on Information Usage and the Electronic Medium. In J. F. Rouet, J. J. Levonen, A. Dillon & R. J. Spiro, *Hypertext and Cognition*. NJ, Lawrence Erlbaum Assoc. Publ., 1996.
5. Kawamura, Regina. Linguagem e Novas Tecnologias. In Maria José P.M. de Almeida & Henrique César da Silva (Orgs.) *Linguagens, Leituras e Ensino de Física*. Campinas, 1998.
6. Jonassen, David H. Using Mindtools to develop critical thinking and foster collaboration in schools. In David H. Jonassen, *Computers in the Classroom: Mindtools for Critical Thinking*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 1996.
7. Maggio, Mariana. O campo da tecnologia educacional: algumas propostas para sua reconceptualização. In Edith Litwin (Org.), *Tecnologia Educacional – Política, Histórias e Propostas*. Porto Alegre, Artes Médicas, 1997.
8. Marchionini, Gary. Hypermedia and learning: freedom and chaos. *Educational Technology*, Vol 28(11), 8-12, November, 1988.

9. Moran, José Manuel. Internet no ensino universitário: pesquisa e comunicação na sala de aula. *Interface - Comunicação, Saíde, Educação*, Nº 3, Agosto, 1998.
10. Morgan, Alistair R. Student Learning and Student's Experiences: Research, Theory and Practice. In Fred Lockwood (Ed.), *Open and Distance Learning Today*. London and New York, Routledge, 1995.
11. Pacheco, Samuel Bueno. Internet: as relações de ensino-aprendizagem no hiperespaço. *Tecnologia Educacional*, V. 25(136/137), Mai/Jun/Jul/Ago, 1997.
12. Rakes, Glenda C. Using the internet as a tool in a resource-based learning environment. *Educational Technology*. Setember-October, 1996.
13. Sancho, Juana. A tecnologia: um modo de transformar o mundo carregado de ambivalência. In Juana M. Sancho (Org.) *Para Uma Tecnologia Educacional*. Porto Alegre, Artes Médicas, 1998.
14. Savery, John R. & Duffy, Thomas M. Problem based learning: an instructional model and its constructivist framework. *Educational Technology*, Setember-October, 1995.
15. Spiro, Rand J., Feltovitch, Paul J., Jacobson, Michael J. & Coulson, Richard L. Cognitive Flexibility, Constructivism and Hypertext: Random Access Instruction for Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains. In Thomas M. Duffy & David H. Jonassen (Eds.) *Constructivism and the Technology of Instruction: A Conversation*. NJ, Lawrence Erlbaum Assoc. Publ., 1992.
16. Struchiner, Miriam, Rezende, Flavia, Ricciardi, Regina M. V. & Carvalho, Maria Alice P. de. Elementos Fundamentais para o desenvolvimento de ambientes construtivistas de aprendizagem a distância. *Tecnologia Educacional*, V. 26(142), Jul/Ago/Set, 1998.
17. Vygotsky, L. *A Formação Social da Mente: O Desenvolvimento dos Processos Psicológicos Superiores*. São Paulo, Martins Fontes, 1984.



XII SIMPOSIO NACIONAL DE ENSINO DE FISICA
Universidade de Brasilia, 25 a 29 de janeiro de 1999

MINI CURSOS

- A1 - Mecânica a partir do cotidiano – GREF
A2 - O ensino de óptica física e geométrica partindo da vivência cotidiana
A3 - Problematizando a história da termometria
A4 - Novas tecnologias no ensino de física: experimentação assistida por computador
A5 - Astronomia indígena
A6 - Óptica no laboratório: desafios para as concepções espontâneas
A7 - Astronomia em sala de aula com equipamentos de baixo custo
A8 - O uso do vídeo como instrumento para o ensino da Física Moderna na Escola Secundária
A9 - Filosofia da ciência no ensino das ciências
A10 - Construa (e use) um espectroscópio
A11 - Mecânica introdutória universitária
A12 - As atividades experimentais de Física no Ensino Médio – uma proposta de inserção
A13 - Novos materiais, laser e aplicações
A14 - Princípios de sistemas e o uso do programa STELLA for Windows, em modelos sobre gerenciamento e física
A15 - Ensino mediado por computadores

- B1 - Eletromagnetismo a partir de elementos vivenciais
B2 - Física térmica a partir do cotidiano na sala de aula
B3 - Física moderna no ensino médio: uma proposta para o estudo do fenômeno da dualidade onda-partícula
B4 - História da ciência e cultura: experiências com materiais didáticos para o ensino médio e fundamental
B5 - Muitos fôtons na óptica geométrica
B6 - Curso de atualização em óptica moderna: uma abordagem experimental
B7 - Atividades para o trabalho pedagógico em física no ensino médio
B8 - Gravitação no ensino médio: elementos para uma unidade de ensino pautada numa perspectiva bachaleriana
B9 - História da física, concepções espontâneas e a elaboração de atividades de ensino
B10 - Atividades experimentais na solução de problemas
B11 - A prática construtivista em sala de aula: problemas e possíveis soluções
B14 - A física das imagens médicas
B15 - O Planetário como recurso didático
B16 - Analogias no ensino de física
B17 - A física da música
B18 - Astronomia: metodologia de ensino
B19 - Aprender como o homem conseguiu voar é também aprender ciências
B20 - Avaliação da aprendizagem: a busca de coerência no ensino de ciências
B21 - As origens históricas da Teoria da Interação Fraca da Matéria
B22 - Textos originais da ciência e as concepções espontâneas num planejamento didático
B23 - Regulações térmicas nos seres vivos

A1 - Mecânica a partir do cotidiano – GREF

Prof. João Martins – IF/USP

Profª Yassuko Hosoume – IF/USP

Tem como objetivos apresentar ao professor a proposta de Mecânica do GREF para o ensino médio; apresentar os principais tópicos de Mecânica com uma abordagem do cotidiano e com ênfase nas leis gerais (princípios de conservação e lei de Newton); propor mudanças no ensino de física visando uma abordagem que leve em conta a prática social do aluno na construção conhecimento.

A2 - O ensino de óptica física e geométrica partindo da vivência cotidiana

Prof. Jairo Alves Pereira – IF/USP

Prof. Luís Carlos de Menezes – IF/USP

Objetiva mostrar uma proposta alternativa para o aprendizado da óptica física e geométrica no ensino médio, partindo de coisas da vivência de alunos e professores – proposta GREF; realizar e compreender atividades elaboradas nesta perspectiva; discutir a viabilidade de aplicação desta proposta em sala de aula.

A3 - Problematisando a história da termometria

Prof. Alexandre Medeiros - UFRPE

Este curso apresenta a história da termometria, levantando questões e problemas relativos ao tema.

Programa proposto:

1. A temperatura e sua medição
2. Os trabalhos de Heron de Alexandria e Philo de Bizâncio
3. A polêmica da invenção do termômetro
4. O termoscópio de Galileu
5. O termoscópio clínico de Sanctorius
6. A contribuição da Accademia del Cimento
7. O problema dos pontos fixos
8. Os trabalhos de Boyle, Hooke, Mariotte e Amontons
9. O mistério da escala Fahrenheit
10. Reaumur e a dilatação linear do álcool
11. A termometria de Newton
12. As escalas centígradas
13. Desenvolvimentos posteriores da termometria

A4 - Novas tecnologias no ensino de física: experimentação assistida por computador

Profª Marisa Cavalcante – Dep. Física/PUC-SP

Profª Cristiane R.C. Tavolaro – Dep. Física/PUC-SP

1. Informática Educacional e as novas formas de comunicação
2. Desenvolvimento social e o desenvolvimento tecnológico
3. Reflexo dos avanços tecnológicos na relação ensino - aprendizagem
4. Uso de computadores no Ensino
5. Alguns softwares de simulação e os seus diferentes graus de interatividade
6. Simulação computacional e a realidade do fenômeno físico (simulação x experimento)
7. Recursos computacionais de apoio didático que podem ser utilizados no dia a dia em um laboratório.
8. Equipamentos disponíveis no mercado nacional, de baixo custo, que permitem tornar o seu computador simultaneamente em:
 - a) multímetro digital (voltímetro, frequencímetro e medição de dB)
 - b) osciloscópio
 - c) analisador de espectros
 - d) coletor de dados (aquisição de dados).
9. Análise de fenômenos físicos em tempo real (aquisição informatizada dos dados).
10. Princípio básico de funcionamento de sensores digitais
11. Experimentos Assistidos por computadores e a mudança de postura do professor em sala de aula.

12. Exemplos concretos da utilização da Experimentação Assistida por Computador (EAC) em sala de aula.
13. Compartilhar EAC e a Simulação Computacional.

A5 - Astronomia indígena

Prof. Germano Afonso – IF/UFPR

O objetivo deste trabalho é fornecer um método didático-alternativo para auxiliar os alunos do Ensino Fundamental a compreender, de uma maneira prática, os movimentos de rotação e de translação da Terra, bem como a se orientar, utilizando a Astronomia Indígena.

A6 - Óptica no laboratório: desafios para as concepções espontâneas

Profº Jesuina Pacca - IF/USP

Prof. José Paulo Gircoreano – IF/USP

Discussão dos principais pontos de dificuldade apresentados pelos alunos frente ao estudo da óptica, ressaltando a questão da utilização de algumas experiências, incluindo tanto experimentos diagnósticos que questionem mais diretamente as concepções espontâneas como experimentos mais específicos.

A7 - Astronomia em sala de aula com equipamentos de baixo custo

Prof. João Batista Garcia Canalle – IF/UERJ

Aperfeiçoamento do conhecimento científico dos professores do 2º grau, preferencialmente daqueles que atuam na habilitação magistério, nos conceitos de astronomia através de: a) revisão e aprofundamento dos conhecimentos; b) produção de material didático com a participação direta dos professores do segundo grau com o respectivo treinamento para seu uso e aplicação.

A8 - O uso do vídeo como instrumento para o ensino da Física Moderna na Escola Secundária

Prof. Ozimar Pereira - IF/USP

Procura apresentar as principais técnicas e formas de utilização do vídeo como recurso instrucional e como auxílio no ensino de Física Moderna no Ensino Médio.

A9 - Filosofia da ciência no ensino das ciências

Prof. Severino José Bezerra Filho – UPE

O objetivo deste curso é iniciar professores e estudantes no processo de reflexão sobre a importância da Filosofia da Ciência na produção do conhecimento científico, apresentando as principais posições filosóficas que têm influenciado no ensino das ciências, bem como seus principais defensores, discutindo suas diferenças e semelhanças.

A10 - Construa (e use) um espectroscópio

Prof. Nilson M. D. Garcia - CEFET/PR

Tem como objetivo incentivar o estudo da Física Contemporânea no Ensino Médio e a construção de dispositivos alternativos e de baixo custo - rede de difração, espectroscópio e espetrômetro para uso em atividades experimentais de óptica.

A11 - Mecânica introdutória universitária

Prof. Miguel Gregório – IF/UFRJ

Sem resumo

A12 - As atividades experimentais de Física no Ensino Médio – uma proposta de inserção

Prof^a Inês Prietto Schimdt - FE/UFSM

Prof. Eduardo Adolfo Terrazzan - FE/UFSM

Prof^a Maria Regina D. Kawamura - IF/USP

Este curso pretende discutir o papel das atividades experimentais de Física no ensino médio. A partir da explicitação do seu papel, procura-se elaborar, junto com os professores do ensino médio, roteiros para as experiências selecionadas a partir dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula. Estes roteiros apresentam três etapas: observação, previsão e formalização.

A13 - Novos materiais, laser e aplicações

Prof. Antonio Oliveira – Dep. Física/UFMA

Este curso pretende ofertar ao público-alvo uma visão geral de novos materiais e mostrar as várias aplicações destes materiais no momento e em futuro próximo.

A14 - Princípios de sistemas e o uso do programa STELLA for Windows, em modelos sobre gerenciamento e física

Prof. Arion de Castro Kurtz dos Santos – Universidade do Rio Grande

Este curso apresenta os seguintes tópicos: princípios de sistemas; uma visão geral; o programa Stella for Windows: breve apresentação do sistema; o elo de retroalimentação negativo de 1^a ordem no Stella; o elo de retroalimentação negativo de 2^a ordem no Stella; o elo de retroalimentação positivo no Stella; elos de retroalimentação não lineares acoplados no Stella; discussão sobre integração; desenvolvimento de modelos no Stella na área de Física: tanques acoplados, estudo dos movimentos e aplicações em circuitos elétricos; modelando o caos.

A15 - Ensino mediado por computadores

Prof. Gustavo I. Killner – IF/USP

Este curso tem por objetivo geral familiarizar os discentes com usos e aplicações pedagógicas dos computadores, em particular da Internet. Os objetivos específicos são: aplicações didáticas dos utilitários mais comuns, utilização de *courseware* específicos para ensino de Física, introdução ao uso de ferramentas Web, tais como Applets e projetos colaborativos.

B1 - Eletromagnetismo a partir de elementos vivenciais

Prof^a Anna Cecília Copelli – IF/USP

Prof^a Yassuko Hosoume – IF/USP

Objetiva apresentar ao professor uma proposta de ensino de Eletromagnetismo com ênfase no cotidiano tecnológico e discutir com os professores o uso dessa proposta em sala de aula.

B2 - Física térmica a partir do cotidiano na sala de aula

Prof^a Suely B. Pelaia – IF/USP

Prof. Luís Carlos de Menezes – IF/USP

Visa apresentar ao professor uma visão geral da proposta de Física Térmica GREF para o ensino médio e mostrar a viabilidade da aplicação da proposta em sala de aula.

B3 - Física moderna no ensino médio: uma proposta para o estudo do fenômeno da dualidade onda-partícula

Prof^a Marisa Cavalcante – Dep. Física/PUC-SP

Prof^a Cristiane R.C. Tavolaro – Dep. Física/PUC-SP

1. Fenômenos Ondulatórios (energia carregada por uma onda)
2. Teoria ondulatória da radiação
3. espectro eletromagnético
4. Interação da radiação com a matéria tomando como exemplo particular os Raios X e raios gama.
5. Polarização. Diferentes modos de polarização e análise do feixe polarizado - Lei de Malus - (polarização por reflexão, o ângulo de Brewster e, por materiais dícróicos) - Verificar aplicações no cotidiano -
6. Interferência , condições para interferência destrutiva e construtiva e demonstração experimental da lei de interferência das frestas de Young.
7. Difração e Redes de difração
8. Noções sobre espectros, contínuos , atômicos e laser - Noções do modelo atômico de Bohr. Comentários sobre a descoberta do núcleo contribuições de Rutherford - espalhamento de partículas alfa - Experimento de Geiger -Marsden
9. Determinação experimental de comprimentos de onda utilizando redes de difração
10. Determinação experimental do número de sulcos /mm de um CD, utilizando material de uso caseiro
11. Utilização de compact disc (CD) para a obtenção de espectros.
12. Obtenção de anéis de interferência através de CD
13. Estudo de resolução de filtros.
14. Comportamento corpuscular da luz e o Efeito Fotoelétrico
15. Sensores ópticos e algumas aplicações experimentais
16. Natureza Dual da radiação
17. Simulação Computacional da experiência de J J Thomson de determinação da carga específica do elétron (comportamento corpuscular do elétron)
18. Difração de raios X - angulo de Bragg -
19. Difração de elétrons e a teoria de De Broglie
20. Analogia entre os resultados dos diferentes espectros obtidos através de um CD e a imagem de difração de elétrons por feixe transmitido (difração de G.P Thomson).
21. Dualidade Onda - Partícula
22. Princípio das Incertezas de Heisenberg. Equação de Schrödinger da Mecânica Quântica.

B4 - História da ciéncia e cultura: experiências com materiais didáticos para o ensino médio e fundamental

Prof. Marco Braga – CEFET-RJ/TEKNÉ

Prof^a Andréia Guerra – UFRJ/TEKNÉ

Prof. Jairo Freitas – FIOCRUZ/Col. Pedro II/TEKNÉ

Prof. José Cláudio Reis - UFRJ/TEKNÉ

Tem como objetivo apresentar materiais didáticos sobre História da Ciéncia que vêm sendo desenvolvidos e discutir experiências já realizadas em escolas do Rio de Janeiro.

B5 - Muitos fóttons na óptica geométrica

(não foi ofertado)

Prof^a Maria Inés Nobre Ota – Dep. Física/UEL

Quando se pensa em introduzir a Física Moderna no Ensino Médio, muitas vezes isto é realizado através do ensino da óptica. Entretanto, as propostas que conhecemos limita-se a interpretar a absorção e emissão de fóttons pelos átomos. Este curso pretende ir além disto, apresentando modelos de interpretação para os comportamentos da luz – que é constituída por fóttons – que são estudados nos cursos de óptica geométrica.

B6 - Curso de atualização em óptica moderna: uma abordagem experimental

Prof. Mikiya Muramatsu – IF/USP

Prof. Felix Claret da Silva – IF/USP

Prof. Nilton Silva Santos – IF/USP

Objetiva possibilitar ao professor do Ensino Médio a utilização de uma abordagem experimental no ensino de óptica e introduzir conceitos de óptica moderna através de experiências demonstrativas.

B7 - Atividades para o trabalho pedagógico em física no ensino médio

Prof. Jorge Megid – FE/UNICAMP

Prof. Décio Pacheco – FE/UNICAMP

Objetiva apresentar e desenvolver algumas propostas de atividades para o ensino-aprendizagem de conteúdos de Física, com base em pesquisas acadêmicas na área e discutir os fundamentos teórico-metodológicos das atividades e possibilidades de utilização no ensino fundamental e médio.

B8 - Gravitação no ensino médio: elementos para uma unidade de ensino pautada numa perspectiva bachelardiana

Prof. Henrique Cesar da Silva – FE/UNICAMP

Prof. Cesar Cavanha Babichak – IF/FE/USP

Tem como objetivos apresentar e discutir elementos da epistemologia e pedagogia de Bachelard; discutir a aplicação desses elementos na elaboração de uma unidade de ensino sobre gravitação; discutir o funcionamento de atividades de ensino sobre esse tema pautadas no uso de textos de divulgação científica nessa perspectiva epistemológica e pedagógica.

B9 - História da física, concepções espontâneas e a elaboração de atividades de ensino

Profª Aparecida V.P. dos Santos – Dep. de Física/UNESP

Prof. João José Caluzi – Dep. Física/UNESP

Pretende-se com esse curso elaborar atividades de Ensino que levem em conta a evolução histórica e os resultados dos estudos sobre concepções espontâneas do conceito em estudo. Desenvolveremos atividades relacionadas à conservação da quantidade de movimento. No final das atividades avaliaremos a proposta e a viabilidade de elaboração de atividades de ensino utilizando-se da História da Física e dos estudos sobre concepções espontâneas.

B10 - Atividades experimentais na solução de problemas

Prof. Alberto Gaspar – UNESP/Guaratinguetá

Prof. Cristiano R. de Matos – UNESP/Guaratinguetá

Objetiva preparar e desenvolver atividades experimentais destinadas à resolução de problemas de Física para o ensino médio.

B11 - A prática construtivista em sala de aula: problemas e possíveis soluções (não foi ofertado)

Prof. Washington L.P. de Carvalho – UNESP

Profª Lizete M. Orquiza de Carvalho

Pretende explorar a visão construtivista no ensino de Física; detectar e discutir aspectos viáveis do construtivismo para a sala de aula da realidade brasileira; discutir problemas intrínsecos à visão construtivista e levantar possíveis soluções.

B14 - A física das imagens médicas

Profª Ana Maria Marques da Silva – Dep. de Física/UFSM

O objetivo do curso é fornecer uma visão geral da física envolvida na aquisição e análise de algumas modalidades de imagens médicas. A partir da discussão do processo de formação das imagens, são abordados tópicos de física moderna, tais como a interação da radiação com a matéria e propriedades magnéticas dos

núcleos. A discussão pretende criar subsídios para professores que trabalham em cursos de física e cursos de graduação na área de saúde.

B15 - O Planetário como recurso didático (não foi oferecido)

Prof.ª Simone Pinheiro – MAST/RJ

Visa ressaltar a astronomia como uma área importante no currículo primário, devido a sua atualidade, sua importância educativa, sua incidência no conhecimento do meio e valor prático no desenvolvimento do sujeito. Nesse contexto, o Planetário – cúpula inflável onde imagens do céu noturno são projetadas – pretende despertar a curiosidade para os aspectos relativos ao Universo, simulando o céu de cada estação, abordando temas básicos da Astronomia.

B16 - Analogias no ensino de física

Profº Lucillana de Moraes Silveira – UFSM

Profº Taniamara Vizzotto – UFSM

Tem como objetivo a apresentação e discussão de modos de utilização de analogias como recursos didáticos.

B17 - A física da música

Prof. Carlos Alexandre Wuensche – INPE

Objetiva-se apresentar uma proposta que trata a produção de sons e o ato de “fazer música” a partir de uma abordagem física que envolve o processo de produção sonora, passando pelas propriedades físicas do som e pela nossa percepção sonora, chegando-se a uma análise de instrumentos musicais e suas características acústicas. Ao final do curso, os participantes serão estimulados a trazer um instrumento musical, para experiências em sala de aula, e a desenvolver uma “atividade prática” dos tópicos discutidos.

B18 - Astronomia: metodologia de ensino (não foi oferecido)

Prof. Cleiton J.B. Lattari – FEMA/IMESA

Este curso pretende discutir uma metodologia para o ensino de astronomia do primeiro e segundo graus com o intuito de abrir novas perspectivas para se tratar os seus temas. Propõe-se uma abordagem construtivista e holística buscando, a partir do meio em que o indivíduo vive, atingir o conhecimento por meios de temas tratados e a sua interrelação com o todo.

B19 - Aprender como o homem conseguiu voar é também aprender ciências

Profº Glória Pessoa Queiroz – IF/UFF

Profº Sônia Krapa – IF/UFF

Tem como objetivos introduzir os princípios básicos dos vôos planado e propulsado; levar os alunos a compreender os desafios enfrentados pelos construtores de planadores no século passado e de aviões no nosso século através da construção de modelos de “aviões” com papel e madeira de balsa; discutir a interação entre Ciéncia e Tecnologia para entender como o brasileiro Santos Dumont realizou pela primeira vez no mundo um vôo completo.

B20 - Avaliação da aprendizagem: a busca de coerência no ensino de ciências

Prof. Dirceu da Silva – FE/UNICAMP

Prof. Jomar Barros Filho – FE/UNICAMP

Seu objetivo é apresentar quais são as tendências, problemas e reflexões atuais sobre o processo de avaliação e quais podem ser os elementos e procedimentos que busquem garantir uma coerência com as propostas atuais da área de Ensino de Ciências.

B21 - As origens históricas da Teoria da Interação Fraca da Matéria (não foi ofertado)

Profª Irinéia de Lourdes Batista – UEL

Tem como objetivos apresentar e discutir os conceitos físicos envolvidos, ao longo do período de 1920 a 1970, na formulação da Teoria de Interação Fraca da Matéria; introduzir o uso de textos originais para a compreensão dos problemas no desenvolvimento da teoria; abordar as questões sobre a elaboração e a estruturação de uma nova teoria, as etapas de sua universalização, as análises sobre leis gerais, a nova Física e a sua linguagem, o senso comum *versus* o senso construído e a apresentação analítica da evolução histórica.

B22 - Textos originais da ciência e as concepções espontâneas num planejamento didático

Profª Maria Christina Bueno – IF/USP

Prof. Otávio Yamanaka – IF/USP

Este curso tem como objetivos analisar as idéias contidas em textos originais da ciência, buscando seu significado no contexto da época; resolver criticamente problemas de física identificando neles as “concepções espontâneas”; elaborar o modelo físico adequado explicitando o seu conteúdo em conflito com o senso comum. Os conteúdos são relativos à força e ao movimento.

B23 - Regulações térmicas nos seres vivos

Prof. Orlando Aguiar Jr.

Prof. Helder Figueiredo e Paula

Os conceitos desenvolvidos estão relacionados com: 1. Noções elementares da física térmica: diferenciação entre calor e temperatura, formas de produção de calor e mecanismos de transferência de calor (condução, convecção, radiação e evaporação); 2. A energia enquanto quantidade que se conserva nas transformações (balanço energético dos organismos, incluindo trocas de calor com o meio); 3. A diversidade dos seres vivos e os processos de adaptação biológica; 4. O entendimento das interações dos organismos com o ambiente em que vivem

PAINÉIS

SP1 - Informática no Ensino de Física I

SP2 - História e Filosofia no Ensino de Física

SP3 - Currículos e o Ensino Superior de Física I

SP4 - Formação Continuada de Professores e Física e de Ciências

SP5 - Materiais e Métodos de Ensino de Física I

SP6 - Aprendizagem Informal e Divulgação Científica

SP7 - Ensino de Física: Pressupostos Teóricos I

SP8 - Informática no Ensino de Física I

SP9 - Currículos e o Ensino Superior de Física II

SP10 - Materiais e Métodos de Ensino de Física II

SP11 - Materiais e Métodos de Ensino de Física III

SP12 - Materiais e Métodos de Ensino de Física IV

SP13 - Ensino de Física: Pressupostos Teóricos II

SP14 - Ensino de Astronomia

SP15 - Materiais e Métodos de Ensino de Física V

SP16 - Ensino de Física: Pressupostos Teóricos III

PAINEL 1.1 – UM SOFTWARE DE SIMULAÇÃO DO EXPERIMENTO DE THOMSON PARA A DETERMINAÇÃO DA CARGA ESPECÍFICA DO ELÉTRON, COM UMA ABORDAGEM HISTÓRICA

Mario Fontes, Marisa Almeida Cavalcante e Victor E. J. Vicente.

GOPEF: Grupo de Pesquisa em Ensino de Física da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - Deptos de Física e Computação
e-mail : marisac@exatas.pucsp.br <http://mesonpi.cat.cbpf.br/verao98/marisa>

A partir da década de setenta e início dos anos oitenta, os computadores passaram a ser cada vez mais utilizados nos diversos campos de aplicação, atingiram as residências, inicialmente através de vídeos games e depois através de computadores pessoais, provavelmente essa propagação tão acentuada se deu pelo baixo custo que esses sistemas atingiram e o alto grau de desenvolvimento tecnológico, tornando estes instrumentos cada vez mais simples de serem operados. A consequência deste desenvolvimento é que permitiu aos jovens lidar com estas máquinas desde muito cedo. O conjunto destes fatores leva a questão da utilização de computadores na Educação em geral e em particular, no ensino de Física e como se sabe, isso já é uma realidade em muitas escolas mostrando uma tendência crescente de sua utilização. Por outro lado a nova Lei de Diretrizes e Bases assinada em dezembro de 1996, estabelece como obrigatório a inserção de Física Moderna no Ensino Médio. Diante destes aspectos e levando-se em conta as dificuldades técnicas e o alto custo envolvido, no desenvolvimento de muitas experiências na área de Física Moderna iniciamos (a partir de 1992) um projeto de desenvolvimento de softwares educacionais que permitam simular alguns experimentos de grande relevância histórica. Como primeiro trabalho desenvolvemos um software da simulação do Experimento de Thomson de determinação da relação carga massa de um feixe de elétrons, em Turbo Pascal disponível (em versão DOS) no endereço: <ftp://ftp.pucsp.br/pub/demo> e apresentado com sucesso em diversos Congressos Nacionais e Internacionais.

Este trabalho apresenta uma nova versão deste software trabalhando numa linguagem visual que no caso é o Delphi 2.0. Esta linguagem visual é muito mais interativa trazendo novidades extremamente importantes no que se refere a conteúdos históricos que podem ser acessados pelo usuário.

Os resultados são obtidos reproduzindo-se a técnica experimental convencional, ou seja, efetua-se diretamente na tela a leitura do desvio sofrido pelo feixe para cada valor de campo fixado e o respectivo valor de campo magnético para a devida compensação. Este software permite ao usuário fixar diferentes parâmetros experimentais e obter o valor da carga específica com elevado grau de precisão, fornecendo um apoio didático bastante eficiente para o ensino em Física Moderna.

EQUAÇÃO QUE Torna POSSÍVEL A DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DA RELAÇÃO e/m.

Inicialmente o feixe colimado penetra numa região que contém duas placas metálicas onde pode-se aplicar um campo elétrico e desviar a sua trajetória segundo a componente y :

Considerando então a componente y adquirida pelo feixe temos: $eE = m a_y$ (eq1)

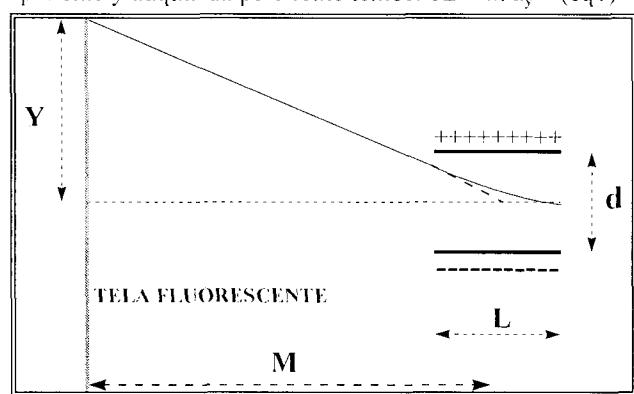


Fig. 1

Temos que:

$$a_y = 2y/t^2 \quad (\text{eq2})$$

Substituindo (eq2) na (eq1) temos :

$$eE = m 2y/t^2 \quad (\text{eq3})$$

Se considerarmos a componente x do movimento do feixe temos:

$$v = x/t \quad \text{ou} \quad t = x/v \quad (\text{eq4})$$

Substituindo (eq4) na (eq3) temos :

$$eE = m 2y(v/x)^2$$

ou seja, o desvio Y no final das placas é dado por:

$$y = eE x^2 / 2 v^2 m \quad (\text{eq5})$$

No entanto a desflexão observada é dada por Y, desvio observado na tela fluorescente.

Quando as partículas percorrem a distância L, a velocidade horizontal não é alterada. Estas partículas sofrem a ação de um campo E vertical dando origem à uma aceleração a_y .

Assim a relação:

$$\frac{dy}{dx}|_{x=L} = v_y/v_x = Y/M$$

Portanto teremos:

$$Y/M = eE L/mv^2 \quad (\text{eq6})$$

No entanto para obtermos o valor da relação e/m temos ainda como incógnita o valor da velocidade do feixe.

Para retirar esta incógnita, vamos aplicar um campo magnético na mesma região do campo Elétrico de modo a compensar o desvio sofrido pelo feixe. Para isto o campo B deverá ser aplicado $B = -B k$. Assim devemos ter:

(em módulo) $F_{\text{mag}} = F_{\text{elétrica}}$

$$evB = eE$$

$$v = E/B \quad (\text{eq7})$$

Substituindo agora eq7 na eq6 temos :

$$Y/M = e L B^2/m E$$

$$e/m = YE/M L B^2 \quad (\text{eq8})$$

Sabendo-se que:

$$E = V/d \text{ e } B = K i$$

$$e/m = Y V/M d L K^2 i^2 \quad (\text{eq9})$$

Onde:

Y - Desvio observado na tela, sofrido pelo feixe ao aplicar um campo E entre as placas do condensador.

M - Distância placa-tela

V - DDP aplicada entre as placas para produzir o desvio Y.

L - Comprimento das placas do condensador.

d - Distância entre as placas do condensador

K - Constante de indução magnética

i - Corrente de indução magnética necessária para compensar o desvio sofrido pelo feixe devido ao campo E e retorná-lo a posição central da tela.

Desta forma podemos determinar a relação e/m à partir de parâmetros experimentais devidamente conhecidos.

ELABORAÇÃO DO SOFTWARE - Linhas Gerais

Inicialmente se faz necessário produzir o desvio do feixe com a aplicação do campo E.

Neste caso existe neste software uma opção que permite a entrada de dados onde fornecemos :

e - carga da partícula

m - massa da partícula

L - comprimento das placas

K - constante de indução magnética

M - distância placa - tela

d - distância entre as placas do condensador

Executando a experiência temos:

1) Fixar a diferença de potencial entre K (cátodo) e A (ânodo), onde o desvio Y pode ser obtido do seguinte modo:

Sabendo que:

$$Y = e V L M / m d v^2$$

e que:

$$m v^2 = 2 e V A K$$

teremos:

$$Y = V L M / 2 d V A K$$

Introduzindo-se então os valores de V e VAK, obtém-se o desvio Y na tela.

Em seguida é necessário conhecer o valor de corrente de indução magnética que fará o feixe retornar a posição central da tela.

Para isto utilizamos a eq.9 deduzida anteriormente onde :

$$Y = e M d L K^2 i^2 / m V$$

O usuário então varia o valor de corrente até que o feixe retorne a posição inicial. Este procedimento é adotado para cada valor de V e VAK fixado.

Segue abaixo um pequeno algoritmo do Programa.

Entrada de dados

Cálculo do Deslocamento Inicial

Desenha o feixe

Repetir

Ler tecla

Se tecla = Mais corrente então

Aumenta corrente i

Mostra valor de corrente
 Calcula novo valor deslocamento
 Desenha novo feixe
 Se tecla = Menos corrente então
 Decremento corrente i
 Mostre valor corrente
 Calcule novo deslocamento
 Desenhe novo deslocamento
 Desenhe novo feixe
 Até valor de corrente desejado ou fim.



Na fig. 2, temos a representação da tela obtida, mostrando os o desvio sofrido pelo feixe para um dado valor de ddp aplicada entre as placas defletoras.

DESCRIÇÃO DO PROCEDIMENTO

- 1) Entrar **opção tabela e;**
- a) Fornecer os dados iniciais de m , e , K , L , d , M (MKS)
- b) Escolher um valor VAK, que não deve ser alterado até efetuar toda a coleta de dados. Ao fixar V e VAK, o feixe sofre o desvio inicial Y. Para medir o desvio sofrido pelo feixe o usuário deve inserir a régua, clicando no ícone correspondente.
- c) Em seguida clicando no menu experiência e amperímetro, variar o valor da corrente elétrica até que o feixe retorne a posição inicial ($y=0$)

CONCLUSÃO E RESULTADOS OBTIDOS

Apesar destas dificuldades, uma versão DOS deste software já vem sendo utilizado no curso de Estrutura da Matéria da PUC-SP desde 1993. Desde então notamos um maior interesse dos alunos bem como um maior aproveitamento com relação ao nível de absorção dos conceitos.

Os alunos podem desenvolver o experimento em diferentes condições de contorno permitindo uma análise muito mais abrangente sobre o assunto.

Por outro lado com a divulgação em nossa HomePage deste software, foi possível interagir com professores e alunos de diferentes estados brasileiros e até mesmo latino-americanos repassando uma versão demo que já vem sendo utilizada. Além da versão demo também fornecemos ao professor um texto de referência teórica sobre o assunto que será objeto de investigações, bem como das instruções para uma utilização adequada do software. Com este procedimento cerca de 80% dos professores contatados que já introduziram nos seus cursos este experimento, ou seja "Estamos conseguindo introduzir no Ensino Médio temas de Física Moderna", consideramos tal resultado um grande sucesso e, somente este fato já denota a relevância do nosso trabalho.

Convém salientar que esta nova versão apresentada neste Simpósio eria um ambiente muito mais interativo e dinâmico, além de permitir o acesso informações históricas relevantes, bem como endereços de sites importantes relacionados ao assunto . Esta nova versão permitirá também maior precisão e agilidade na coleta e análise de dados.

Referências

1. TERINI, R. ; CAVALCANTE, M. , PAES, B. E. C.; VICENTE, E. J. V. : Utilização de Métodos Computacionais no Ensino: Experiência de Geiger e Marsden do Espalhamento de partículas alfa. Cad. Cat. Ens. Fis. V.11 pag.33 - 42 , 1994.

2. ARMANDO GIBERT: *Origens Históricas da Física Moderna* - Fundação Calouste Gulbenkian - Lisboa - novembro de 1982.
3. VUOLO, I.H ; *Fundamentos da Teoria dos Erros* , Edgard Buchen Ltda, pp. 120 - 126 - (1992)
4. SILVA, P. R. "O uso de Computadores no Ensino de Física. ParteI : Potencialidades e Uso Real". Revista Brasileira de Ensino de Física, vol.17 n.o 2 (Pg. 182 - 195) em junho de 1995.
5. Thomson Model of the Atom <http://dbhs.wvusd.k12.ca.us/Thomson-Model-Intro.html>
6. Biography of J. J. Thomson (1) <http://www.nobel.se/laureates/physics-1906-1-bio.html>
7. Center for Electronic Text & Image Smith Scientists and Philosophers <http://www.library.upenn.edu/etext/smith/t/>
8. Life, the Universe and the Electron (Página principal do link abaixo) <http://www.iop.org/Physics/Electron/Exhibition/>
9. Discovery, 1897 <http://www.iop.org/Physics/Electron/Exhibition/section2>
10. Reconstruction of Thomson experiment <http://www.iop.org/Physics/Electron/Exhibition/section2/experiment.html>
11. Shockwave2 (Um exemplo da experiência do Thomson na Internet!!) <http://www.iop.org/Physics/Electron/Exhibition/section2/shockwave2.htm>

PAINEL 1.2 - TRANSFORMANDO O SEU PC EM UM INSTRUMENTO VIRTUAL DE MEDIDAS FÍSICAS E FAZENDO VOCE MESMO A ANÁLISE E TRATAMENTO DE DADOS

Marisa Almeida Cavalcante e Cristiane R. C. Tavolari

GOPEF - Grupo de pesquisa em Ensino de Física da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - Departamento de Física
marisae@exatas.pucsp.br - <http://mesonpi.cat.ebpf.br/verao98/marisa> -

Nos últimos anos, o desenvolvimento tecnológico tem facilitado, de várias maneiras, a vida diária de cada um de nós. Nossos alunos estão freqüentemente interagindo com um mundo repleto de recursos, provavelmente inexistentes na época em que seus pais tinham a sua idade. Nossas escolas não podem ignorar esta realidade; elas precisam ensinar o estudante a conviver com a tecnologia e prepará-lo para o novo milênio que se aproxima. Este desafio, que atualmente é objeto de preocupação e/ou discussão em todas as áreas de ensino e em quase todo o mundo, precisa ser enfrentado mais dia menos dia.

O computador pode desempenhar um papel importante nessa tarefa, pois, quando empregado criteriosamente, se transforma numa ferramenta auxiliar de valor inestimável para o aprendizado e numa fonte de estímulo à criatividade inesgotável. Pode ser usado, por exemplo, para a coleta e análise de dados em tempo real, para a simulação de fenômenos físicos ou para a instrução assistida por computador.

O trabalho que será apresentado pretende mostrar novas alternativas de baixo custo, para a utilização de computadores na coleta de dados em tempo real.

Quando utilizamos interfaces disponíveis no mercado para a aquisição de dados, geralmente estas já vem acompanhadas com o software de aquisição e análise de dados. Neste caso, o sistema como um todo é imutável, cabendo ao experimentador utilizar e explorar os recursos previamente oferecidos. Nos parece portanto que, para permitir o uso adequado destes sistemas pelo professor brasileiro, ainda muito distante destas evoluções tecnológicas, se faz necessário uma ênfase maior no princípio básico de funcionamento do processo de aquisição de dados por computador. Este processo chamamos de Educação Tecnológica. O sistema que será apresentado é altamente flexível e fornece as condições básicas necessárias para desenvolver este processo educacional.

Neste trabalho mostramos como construir sensores utilizando os instrumentos ADC da linha pico technology da impac para a aquisição de dados disponíveis no mercado. Dentre as diferentes características destes instrumentos temos a possibilidade de transformar o computador em um osciloscópio de armazenagem digital em tempo real.

Após o processo de aquisição, os dados podem ser diretamente transferidos para o Excel ou, qualquer software gráfico, permitindo ao professor ou ao aluno o tratamento destas informações. No sistema apresentado o usuário não necessita ser um programador para efetuar uma análise de dados; na realidade esta análise só se viabiliza através de um entendimento de todo o processo de medida, desde a sua aquisição, através da construção de sensores, até a interpretação e tratamento de dados.

Descrição Geral do Equipamento

A fig.01 mostra o conjunto de sensores e os instrumentos ADC 42 e 100 (uma e duas entradas respectivamente) para a aquisição de dados.

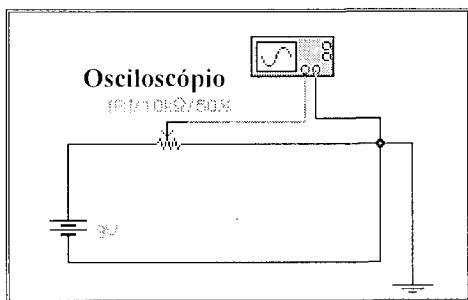
Fig.01



Os instrumentos ADC
s o conectados
diretamente na porta
paralela do
microcomputador e n o
necessitam de
alimenta o.

Um exemplo de aplic o: Sensor de pos o - Potenciom etro -

Considerando a figura Abaixo



Variando-se a pos o do cursor
pode-se obter diferentes valores de
diferen a de potencial entre o cursor
e um ponto fixo do potenciom etro.
Este modo de funcionamento  o
chamado divisor de tens o.

Fig.02

Se alterarmos a pos o do cursor durante um determinado tempo podemos ter reproduzido na tela do nosso oscilosc p o a fun o que representar  varia o da tens o com o tempo ($V \times t$). Para obter esta fun o utilizaremos o instrumento virtual ADC acoplado a porta paralela do microcomputador. Desta modo podemos obter um sensor de pos o, uma vez que, girando-se o bot o da fig.03, podemos obter as informa o de velocidade de giro do cursor.

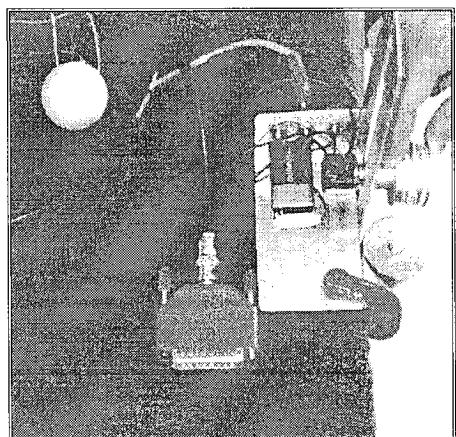


Fig.03: A medida que o objeto se movimenta o sinal
  enviado para o ADC 42 .
Ap s o lan amento do corpo obt m-se na tela o
resultado representado na fig.04.

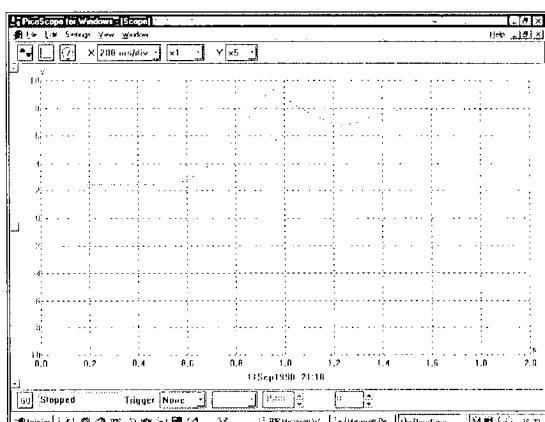


Fig.04

Estes dados podem ser transferidos para o Excel
ou um software gr fico qualquer e neste caso
podemos obter a equa o mais prov vel da
curva V (Volts) \times t (segundos) Obtemos ent o
o seguinte gr fico para os dados de tens o em
fun o do tempo copiados e transferidos para o
software gr fico GA da Vernier Sofware(fig.05
e 06).

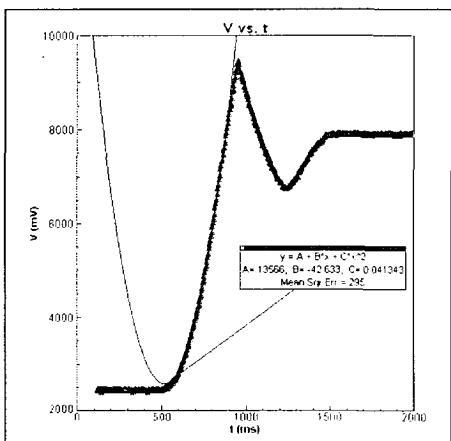
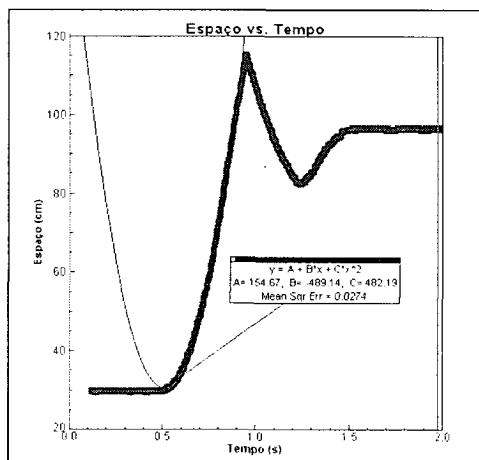


Fig.06: Gráfico obtido tomando-se o valor de tensão e transformando-o em espaço percorrido pelo objeto em queda. O valor correspondente ao eixo dos tempos também deve ser alterado para segundos.

Desta forma a equação da parábola mais provável nos fornece como valor para a aceleração deste sistema, $2 \times 482,19$. Onde 482,19 corresponde a um dos coeficientes do polinômio de regressão, cuja equação encontra-se ao lado do gráfico, mas certamente ilegível!!!

$$\text{Aceleração de queda} = 964,4 \text{ cm/s}^2.$$

Fig.05: Gráfico V (mV) x Tempo (ms), obtido pela transferência direta dos dados.



Conclusão

Observe que os resultados obtidos para a aceleração de queda do corpo considerado assume um valor muito próximo ao valor da aceleração da gravidade. A diferença observada se dá por conta da existência de atrito na movimentação do cursor do potenciômetro. Esta diferença se acentua quando utilizamos corpos de menores massas, o que já era de se esperar.

O nosso grupo de pesquisa em Ensino da PUC/SP tem desenvolvido paralelamente as atividades de pesquisas um trabalho de conscientização e aprimoramento de professores através de Oficinas realizadas em diferentes Estados brasileiros. Percebe-se claramente uma grande dificuldade e resistência do corpo docente à este novo desafio. No entanto existe uma frase que nos impulsiona e que traduz muito deste trabalho que estamos desenvolvendo:

"Na minha vida de educador e portanto, como político tenho insistido fortemente na questão da utopia, na questão da esperança, na questão da ética.

Este é um tempo em que, mais do que falar, é preciso falar a palavra certa.

Falar a palavra que atua, que transforma, é já começar a transformar.

É preciso ter a coragem do risco.” - Professor Paulo Freire -

Referencias

1. Cavalcante, M. A ; Tavolaro C.R.C. : “Estudo do lançamento horizontal utilizando métodos computacionais para a aquisição de dados”. Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria - 20 a 24/01/1997-Havana -Cuba
2. Cavalcante, M. A ; Tavolaro C.R.C. : “Banco de Pesquisa Física Avançada: uma nova proposta para o ensino experimental de Mecânica Básica”. Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria - 20 a 24/01/1997 - Havana -Cuba
3. Cavalcante, M. A ; Tavolaro C.R.C. “Banco de Pesquisa Física Avançada: uma nova proposta para o ensino experimental de Mecânica Básica”. VI Conferencia Internacional sobre Educação en la Física - 29/06 à 04/07 de 1997 - Córdoba - Argentina
4. Cavalcante, M. A ; Tavolaro C.R.C. : “Estudo do lançamento horizontal utilizando métodos computacionais para a aquisição de dados”. VI Conferencia Internacional sobre Educação en la Física - 29/06 à 04/07 de 1997 - Córdoba - Argentina
5. Cavalcante, M. A ; Tavolaro C.R.C, Silva, E. A : “Determinação do coeficiente de atrito dinâmico utilizando Técnicas Computacionais para a aquisição de dados”. XII Simpósio Nacional de Ensino de Física - Belo Horizonte - MG- 27 a 31/01/1997

6. Cavalcante, M. A ; Tavolaro C.R.C : " *Experimentação Assistida por Computador (EAC): uma nova proposta para o ensino de Física*". XII Simpósio Nacional de Ensino de Física - Belo Horizonte - MG- 27 a 31/01/1997
7. Cavalcante, M. A ; Tavolaro C.R.C : " *Estudo do lançamento horizontal utilizando técnicas Computacionais*". XII Simpósio Nacional de Ensino de Física - Belo Horizonte - MG- 27 a 31/01/1997
8. Cavalcante, M. A : Tavolaro C.R.C : " *Experimentação Assistida por Computador: um Banco de Pesquisa em Mecânica*". Segundo Congresso Estadual e Feira de Informática na Educação (2.o COINFE)- comunicação oral - Rio de Janeiro - RJ - UERJ - 19 a 22/11/1997 .
9. Cavalcante, M. A ; Tavolaro C.R.C ;Silva E. : *Experimentação Assistida por Computador: Uma nova Opção para o Ensino de Física* - Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - Rio de Janeiro Escola de Verão 98 - Sessão de painéis de 12 a 30/01/1998.
10. Cavalcante M.A Tavolaro C. R. C. *Estudo do lançamento horizontal utilizando técnicas computacionais para a aquisição de dados* - Caderno Catarinense de Ensino de Física vol 14 no.03 pg 246 - 1997
11. *Multimídia e Tecnologias Avançadas Aplicadas ao Ensino de Física* - minicurso oferecido na IX Semana de Física realizada pelo Departamento de Física do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Juiz de Fora no período de 06 a 10/10/1997. (Profa Dra. Marisa Almeida Cavalcante e prof Cassiano Z de Carvalho Neto)
12. Cavalcante M. A ; Tavolaro C. R.C; Silva E; Caetano S.C. A . " *Proposta de um Laboratório Didático em microescala assistido por computador para o estudo de Mecânica**" - VI EPEF - Florianópolis .SC de 26 a 30/10/98 - publicação no livro de resumos pag. 320-325.
13. <http://mesonpi.cat.cbpf.br/verao98/marisa>
14. <http://www.ifqsc.sc.usp.br/ifsc/cdce/cdce.htm> - Centro de divulgação Científica e Cultural - São Carlos SP - Programa Educar - Programa de educação a distância usando a Internet.
15. <http://cyberland.recife.softex.br/sca/index.html> : Educandus Tecnologia Educacional, empresa que produz softwares na área de Física e Matemática.
16. http://www.fis.uc.pt/Read_c/experiencias.htm : Departamento de Física da Universidade de Coimbra , sessão READ Ciências, Atividades Experimentais.

• Apoio - PIBIC/CNPq e Laborciência Tecnologia Educacional

PAINEL 1.3 - ESTUDO DE FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO UTILIZANDO A INTERNET: RAIOS CÓSMICOS

Renato Casemiro; Marisa Almeida Cavalcante; Ricardo Andrade Terini; Anderson Pifer e Julio C. B. Lucas
GOPEF - Grupo de Pesquisa em Ensino de Física da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
 Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas
 Rua Marquês de Paranaguá, 111 - Consolação - São Paulo - SP.
 tombas@sti.com.br : marisac@exatas.pucsp.br : HP: <http://mesonpi.cat.cbpf.br/verao98/marisa>

Por que estudar Raios Cósmicos no Ensino Médio?

Geralmente, no terceiro volume das melhores coleções de livros didáticos de Física destinados ao Ensino Médio, há um apêndice sobre estudo da Física Moderna. Porém, devido a distribuição da carga horária letiva e ao conteúdo exigido pelas provas vestibulares, são poucos os alunos que deixam o colégio tendo conhecido este novo universo.

Mesmo sem ter contato com esta realidade, uma grande maioria de alunos ao ser questionada sobre cientistas famosos, responde o nome de Albert Einstein como o maior da nossa época. É claro que este conhecimento não foi fruto do currículo escolar. Os meios de comunicação como a televisão e a Internet são mais dinâmicos e presentes no dia a dia destes adolescentes do que qualquer livro, além de trazerem informações mais interessantes do que as vistas em sala de aula. Um exemplo disto é o grande número de alunos que se interessam por Astronomia e Astrofísica, pois vêm na televisão imagens registradas pelo telescópio espacial Hubble das regiões mais distantes do Universo, assistem aos filmes de ficção, onde gigantescos meteoróides rumam em direção à Terra ou outros seres se manifestam, estabelecendo contato. Desta forma, a teoria da relatividade, os buracos negros e as sub-partículas tornam-se parte do senso comum destes alunos. Cabe-nos como professores, aperfeiçoar este conhecimento com o tratamento científico necessário para uma melhor compreensão.

É claro que esta proposta não implica em ensinar derivada ou integral de qualquer ordem, mas pelo menos, apresentar o tratamento histórico da evolução das ideias ("Uma razão para estudar História da Ciência é ver como, no passado, pessoas muito mais espertas do que você se enganaram" - Stephen Jay Gould) e dos experimentos (Há uma coisa mais importante que as mais belas descobertas: é o conhecimento do método pelo qual foram feitas" - Leibnitz) na Física.

Este trabalho é o resultado da pesquisa sobre o centenário da descoberta do elétron e do cinqüentenário da descoberta do píon. Os textos e complementos, como Biografias e Glossário, visam atender as adaptações do conteúdo para os estudantes de qualquer fase do Ensino Médio.

Descrição geral do Trabalho

Originalmente, este trabalho sobre Raios Cósmicos foi realizado na forma de seminário para a disciplina Estrutura da Matéria I e II do curso de Física (Bacharelado) sob orientação do prof. Dr. Ricardo A Terini. O resultado obtido com o seminário foi muito bom e, com poucos recursos, foi transformado em "páginas" na Internet, visando a publicação do mesmo para futuras pesquisas, já que este aborda alguns elementos fundamentais para a compreensão da evolução das pesquisas experimentais e teóricas de Física Nuclear.

Neste ano (1998), dentro da disciplina Instrumentação para o Ensino da Física (Licenciatura), foi proposto pela Prof. Dra. Marisa Almeida Cavalcante o aperfeiçoamento destas páginas, tornando-as mais didáticas, para publicá-las com o objetivo de ensinar Física Moderna através de métodos computacionais. Para isto, foi adicionado outros textos e fotos ao original. A preocupação maior deste novo trabalho, foi dar condições (bases) para que qualquer aluno e/ou professor de qualquer estágio do Ensino Médio possa ler, compreender e discutir posteriormente o que aprendeu. Neste mesmo trabalho segue o antigo seminário sobre Raios Cósmicos, com o intuito de não limitar as informações para quem desejar saber mais.

A Internet é um veículo de informações universal. A todo momento, mais pessoas têm acesso a este mundo virtual e aumenta também a expectativa de se encontrar algo interessante nele. Os "sites" sobre Ciências estão, basicamente, associados a uma instituição (Universidades e Sociedades) e são poucos aqueles que oferecem informações para o Ensino Médio. Levar a Física Moderna para este nível de formação utilizando uma forma mais dinâmica para estabelecer um auxílio nos estudos é fornecer uma motivação extra, uma espécie de Convite à Ciência para todos os que puderem acessá-lo. Trabalhar este conteúdo em sala de aula é abrir espaço a uma nova forma de enxergar o mundo, compreendendo os fatos atuais e expandir o universo das informações.

Sendo assim, o trabalho deve ser dinâmico e informativo ao mesmo tempo. As páginas não têm, neste primeiro momento, animações e outros recursos para chamar atenção, estas tentam estimular o visitante pela leitura, desenvolvida quase como se fosse uma conversa. Para garantir a dinâmica e a interação, leitor-computador, os textos apresentam palavras-chaves (links) que levam a outras páginas, dando continuidade no processo de aprendizagem. A cada texto lido, palavra consultada no glossário ou figura vista, o leitor vai construindo uma imagem total da evolução dos conceitos da Física e dos grandes nomes que a fizeram.

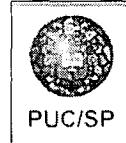
A Página Inicial : Um esboço

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

RAIOS CÓSMICOS

ÍNDICE

Estudo sobre Raios Cósmicos para Ensino Superior



1. Introdução
1. Definição
2. Resumo histórico do descobrimento dos Raios Cósmicos
3. Observações fundamentais sobre os Raios Cósmicos
2. Radiações primárias
3. Métodos de investigação
4. Processos de conversão
5. Partículas secundárias
6. Fermi e Fontes de Raios Cósmicos

Estudo sobre Raios Cósmicos para Ensino Médio

7. Por que estudar Raios Cósmicos no Ensino Médio?
8. O que são Raios Cósmicos?
9. A busca do princípio: o Átomo
10. Biografias
1. Rutherford
2. Becquerel
3. Pierre Curie
4. Marie Curie
5. Roentgen
6. Thomson
7. Millikan

8. [Einstein](#)
9. [César Lattes](#)
9. [Glossário](#)
10. [Links para outras páginas](#)
11. [Bibliografia](#)

ALUNOS

[Renato Casemiro](#)

[Anderson Pifer](#)

[Júlio César Bezerra Lucas](#)

Estudo sobre Raios Cósmicos para Ensino Médio : Texto de apresentação disponível no site.

O que são Raios Cósmicos?

Ótima pergunta!

Talvez você tenha entrado neste site e após ter subido e descido a barra de rolagem algumas vezes, ainda não compreendeu o significado de Raios Cósmicos.

Aconselho você ir até a seção ESTUDOS SOBRE RAIOS CÓSMICOS PARA ENSINO SUPERIOR e ler a definição presente na página Introdução.

(Posso te dar uma mãozinha, clique [aqui](#), leia e volte rápido!)

Se por acaso você ainda não entendeu o que são Raios Cósmicos (mesmo com a ajuda do glossário) esta página é destinada a você.

Quando o assunto é Física, as perguntas que surgem com mais freqüência são: Para que serve? De onde vem? Qual fórmula eu uso?

Para os que odeiam Matemática uma ótima notícia: nas próximas linhas, os Raios Cósmicos serão explicados sem o auxílio de fórmulas. Tentarei deixar bem claro o que são, para que servem e de onde surgem. (Se não ficar bem claro aumente o brilho do seu monitor!)

Voltemos a definição: Raios Cósmicos são radiações naturais cujo poder de penetração é muito superior ao de qualquer outra radiação conhecida.

Vamos entender primeiro o que são radiações naturais. Damos o nome de radiação a propriedade que certos corpos têm de emitir energia em forma de ondas ou partículas. O Sol, por exemplo, é um emissor de radiação natural, pois irradia luz e calor para todo o nosso sistema. Os núcleos dos átomos de elementos radioativos, por sua vez, emitem partículas de alta energia e ondas eletromagnéticas. Podemos também produzir radiações (radiação artificial) como no caso das ondas de rádio e de microondas.

Portanto, os Raios Cósmicos são um tipo destas radiações, que como o próprio nome diz, tem origem no Cosmos (Sol, estrelas, galáxias...).

Se você procurou ler no glossário o que é poder de penetração, pode entender que é uma característica das partículas de alta energia em interagir com a matéria. O que isto significa? Bom, para você ter idéia, a todo momento somos bombardeados por raios de energia. Ondas de rádio, microondas, raios infravermelhos, raios de luz, raios ultravioleta, raios X e raios gama. Estes raios podem interagir com a matéria de várias formas. Uma delas é penetrando-a. Isso, de certa forma, pode ser bom ou ruim. Sabemos que a radiação ultravioleta que o Sol produz é (em exposição contínua) prejudicial à nossa pele e olhos. Por isso, usamos bloqueadores desta radiação (protetores solar e lentes apropriadas). Já os raios X atravessam a nossa pele e são barrados por nossos ossos. Com isto, podemos revelar em uma chapa fotográfica a situação em que nos encontramos por dentro. Na dose certa, são inofensivos.

Os Raios Cósmicos possuem um alto poder de penetração. A radiação mais penetrante conhecida até 1910 era a dos raios gama, que chegavam a atravessar espessuras de até 5 cm de chumbo. Quando descoberto, os Raios Cósmicos puderam atravessar com facilidade 10 cm de chumbo (e ainda sobrava energia!).

Mas não fique assustado, pois esta radiação não vai estragar a sua viagem de férias! A taxa de incidência de Raios Cósmicos (com tamanha energia) na superfície terrestre é muito pequena, pois esta vai perdendo energia nas inúmeras colisões com outras partículas ao entrar na nossa atmosfera. E também pelo fato dos Raios Cósmicos serem constituídos de partículas carregadas, graças ao campo magnético terrestre estes têm maiores chances de serem desviados e detectados nos pólos.

Até cerca de 1946, os maiores cientistas só faziam experiências de Física Nuclear utilizando o chamado acelerador de partículas. Este equipamento nada mais é que uma máquina que acelera partículas a altas velocidades, utilizando para isto, campos elétricos e magnéticos. Quando os feixes atingem velocidade suficiente, são direcionados para colidir com outras partículas, chamadas alvo. Estas trombadas produzem novas partículas e as trajetórias das mesmas pode ser registradas por um detector. Agora imaginem o trabalho que se tem para construir uma máquina destas! Isso nos leva a crer que devido a complexidade, este tipo de

equipamento deve ter suas limitações. E tem! Para mais partículas serem descobertas, precisávamos de cada vez mais energia e por isso, grandes cientistas (um deles é o físico brasileiro César Lattes que teve muita importância no descubrimento dos mésons. Leia a biografia deste cientista aqui mesmo!), utilizaram-se da alta energia dos Raios Cósmicos. O estudo destas novas partículas revolucionou (e ainda traz grandes surpresas) ao mundo da Física. A maior delas foi a evidência de uma quarta força até então desconhecida (faço lembrar que as três anteriores eram a força gravitacional - que atua sobre os planetas e as estrelas, força eletromagnética - que atua sobre a carga elétrica de partículas como próton e o elétron e a força nuclear "fraca" - responsável pela desintegração nuclear): a força nuclear "forte" - que tem como função unir prótons e nêutrons dentro do núcleo.

Espero que esta página tenha tirado todas as suas dúvidas iniciais sobre Raios Cósmicos. Visite agora as outras páginas para aprofundar seu conhecimento no assunto e, quem sabe, gerar novas dúvidas! O mais importante no processo de aprendizagem é o questionamento e a busca pela resposta. Vá em frente!

Conclusão

Muitas discussões têm ocorrido entre os especialistas na área de ensino, buscando formas de pensar organicamente sobre a Física; uma ciência em constante evolução. Este processo evolutivo se torna cada vez mais evidente, visto que o intervalo de tempo entre uma descoberta científica e suas aplicações tecnológicas tem se reduzido drasticamente.

Os nossos estudantes não podem receber uma mensagem atemporal e estática sobre a Física. Assumindo-se o conhecimento desta forma, nega-se qualquer tentativa de inseri-lo em um contexto de construção humana.

Este trabalho visa fornecer mais uma contribuição neste processo educacional, uma vez que este site permitirá aos professores, alunos e interessados em geral, conhecer a evolução histórica na descoberta dos raios cósmicos e, de que maneira esta evolução do conhecimento interferiu na vida e cultura deste século. São apresentados os desafios que os cientistas tiveram que enfrentar para prosseguir seus estudos e vencer as dificuldades tecnológicas presentes na época.

Um trabalhos semelhante este tem sido desenvolvido pelo grupo da Universidade Federal de Pelotas com o projeto "[Ensinando Física através de Homepages](#)" que foi recentemente apresentado no VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - de 26 a 30 de outubro em Florianópolis - SC e cujos contato já foi estabelecido permitindo assim atribuir Links com outras Instituições no país que já vem desenvolvendo um trabalho nesta direção.

Referencias

1. Introducción a la Física atómica y nuclear - Otto Oldenberg
2. Electrones (+ y -), protones, fotones, neutrones y raios cósmicos - Millikan, Robert
3. Física Atómica - Max Born
4. Física do átomo - M.Russel Wher e James A. Richard, Jr.
5. Cosmic Rays and Mesotrons - IAG
6. Cosmic Rays - Millikan
7. Instituto de Física reflete suas origens - USP
8. Dicionário de Física - Macedo
9. Dicionário Brasileiro de Língua Portuguesa - Jornal da tarde

PAINEL 1.4 - TERMOLOGIA XXI

Ailton Carlos Almeida Borges
Colégio Bandeirantes
aborges@colband.com.br

Objetivos

- Suplementar a disciplina de Termologia com exemplos e aplicações sobre tópicos de “Física Moderna”.
- Introdução de recursos de multimídia e incorporação de elementos de *Internet*.

Histórico

Embora a moderna tecnologia seja consequência da *Física Fundamental*, esta, via de regra, não se utiliza daquela para o seu aprendizado em sala de aula. O ensino de *Física* no segundo grau ainda utiliza muito pouco recursos de informática no aprendizado teórico e também pouco usa aplicações modernas nos seus exemplos e exercícios, lançando mão, ainda hoje, de eventos e sistemas térmicos mais familiares ao aluno das décadas passadas.

De todos os ramos da *Física*, é a *Termologia* que mais se ressente da existência de programas de aplicação e onde a atualização de exemplos e aplicações se fazem mais necessários. Com a exceção de alguns poucos programas que simulam o comportamento de “Gases Ideais”, essa disciplina carece de boas ferramentas virtuais. Isso é fácil de entender pois, ela trata de eventos e fenômenos cujas principais grandezas

são de caráter microscópico. Conceitos como *Energia* e *Temperatura* não são simples de visualizar e por isso muito difícil de serem mostrados para o aluno em uma tela de computador. Além disso, até hoje professores e livros ainda usam a “água fervente” como o melhor atrativo para que o aluno se interesse pela teoria. Exemplos como esse eram bons quando faziam parte do cotidiano do aluno.

Projeto

Nossos objetivos nesse trabalho foi tentar atualizar o ensino de *Termologia* atuando em duas frentes: empregar os recursos de informática (*softwares* existentes de fácil acesso pelo aluno e *Internet*), e apresentar alguns conceitos teóricos que são a base da tecnologia desta virada de milênio.

Na primeira parte, como é difícil a visualização das principais propriedades de um sistema térmico, demos ênfase ao tratamento quantitativo.

O acompanhamento de resultados experimentais através de tabelas e gráficos é ainda um poderoso meio de se entender as leis que regem sistemas e eventos. Nesta parte, ferramentas como o *Microsoft Excel* foram extremamente úteis. Permitiram analisar uma amostra de dados em vez de simplesmente se discutir as equações teóricas. O procedimento empírico, apresentando ao aluno valores referentes a um determinado experimento e estimulando-o e desafiando-o a descobrir possíveis relações entre esses valores. Preparando-o para o entendimento das leis gerais.

Ainda nesta parte buscaremos na *Internet sites* onde o aluno pode não só obter informações sobre determinado tópico da disciplina, como também exercitar o conteúdo aprendido em classe. Esses sites serão indicados para o aluno na sala de aula, ou através de correio eletrônico, etc

Na segunda parte, falar de usinas nucleares, efeito estufa, efeitos da dilatação térmica em construções civil e naval, entre outras coisas, tornou as aulas mais atraentes e produtivas, melhorando o aproveitamento, aprendizado e a participação em uma disciplina cujo conteúdo tem se tornado desinteressante ao longo dos anos. Por exemplo, em vez de ficar apenas discutindo as diferenças entre valores de temperatura em diferentes escalas, demos ênfase também aos aspectos históricos e sociais que levaram à utilização dessas diferentes escalas, situar o uso de cada uma delas nos diferentes países, daí justificar a necessidade de aprender as transformações de escalas.

E, é claro, essa segunda parte pode ser ligada à primeira através desta poderosa ponte, que é a *Internet*. A existência de referências dos mais variados tópicos de *Termologia* teve como objetivo dar uma visão mais abrangente ao aluno fazendo com que ele vá além do que foi ensinado em sala de aula.

Temas de Física Moderna puderam ser abordados em exemplos e exercícios. Com pequenas aproximações e adaptações, tópicos sobre Relatividade e Mecânica Quântica foram apresentados na forma de desafios e textos complementares.

As atividades foram concetradas e coordenadas a partir de uma página no site do Colégio (<http://www.colband.com.br/ativ/nete/term/index.htm>) onde muitas delas puderam ser realizadas em tempo real (“on-line”).

PAINEL 1.5 - SOFTWARE EDUCATIVO: UMA PERSPECTIVA DA PRODUÇÃO DE UM HIPERTEXTO DE ÓPTICA

Ricardo Naruki Hiramatsu (naruki@ift.usp.br)
Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP
Cx. Postal 66318, CEP 05315-970

Introdução

Existem vários meios que podem ser empregados no ensino de física, tais como o uso do livro didático tradicional, do livro auto-instrutivo, através de experiências, do vídeo, de uma aula expositiva, do computador etc. Entre os meios citados acima o mais recente e menos explorado é o uso do computador, ainda pelo fato de ter características multimídias faz com que se torne um poderoso equipamento que auxilie o professor na tarefa de ensinar.

A possibilidade de imprimir microcircuitos em chapinhas de silício fez com que os preços dos computadores diminuíssem, ao mesmo tempo que as dimensões diminuiram os preços também diminuíram. Com o aumento da capacidade de processamento e da facilidade na manipulação o computador ficou a alcance de todos adultos e crianças. Agora com a nova geração de computadores mais rápidos, abre-se novas possibilidades no uso dos computadores para o ensino de física, abrangendo desde uma simulação de uma experiência, animações, hipertextos, imagens que podem ser até visualizadas em 3 dimensões, jogos educativos etc.

Ao mesmo tempo que o computador fica mais rápido e barato, um dia que não está muito longe se tornará um aparelho comum em muitas casas e escolas, como aconteceu com a TV. Assim sendo um equipamento que se tornará muito comum, é necessário um estudo de como melhor utilizar vários recursos que atualmente oferece, tais como da exibição de um texto, do armazenamento de uma imagem, da animação e do som. Quando todos estes recursos forem bem utilizados podemos formar mais do que um texto simples, pois ao mesmo tempo que o usuário lê um texto pode ter acesso a um grupo de imagens, a outros conceitos

paralelos, as simulações e ainda ter sons que ajudem no seu aprendizado. Para esta modalidade de texto é dado o nome de “*Hipertexto*”, pois mais do que um texto linear o aluno pode ter uma certa maleabilidade na leitura, escolhendo uma direção a estudar, como o de consultar conceitos paralelos que são necessários para o entendimento do conceito principal.

Para este trabalho foi desenvolvido um software de óptica geométrica, voltado para os alunos do segundo grau.

A Elaboração do conteúdo

A produção do texto seguiu basicamente as seguintes etapas.

O índice, é feito a escolha dos conteúdos a serem tratados no texto, tendo como objetivo dar um panorama dos conceitos que irão constar no texto, dando um direcionamento para quem vai escrever o texto.

A especificação de tarefas, é o estabelecimento do comportamento final que se espera do aluno ao final de do aprendizado de um conceito. Tais comportamentos podem ser como: descrever (ao final do aprendizado o aluno deve descrever o que acontece com a experiência....), resolver (ao final do aprendizado o aluno deve resolver o exercício dado os seguintes dados...), discriminar (ao final do aprendizado o aluno deve discriminar ou seja comparar entre dois ou mais), determinar(....), dar exemplos etc.

O objetivo de se fazer a especificação de tarefas é para saber exatamente o que você quer do aluno com a leitura do texto. Para que o texto contenha todas as informações necessárias para aprendizado do aluno.

Na especificação operacional de objetivos, é dado uma resposta esperada do aluno, de acordo com as condições estabelecidas na especificação de tarefas.

Na análise é feito um estudo da resposta de cada uma das especificações operacionais de objetivos, analisando quais conceitos serão considerados pré-requisitos e quais devem ser ensinados (macroanálise).

Para os conceitos que não serão considerados pré-requisitos é feito uma análise, iniciando pela procura das dimensões críticas do conceito, indicando a condição necessária para a existência do conceito (microanálise).

Ao determinar a dimensão crítica do conceito será possível especificar em duas classes de exemplos: sendo uma delas de exemplos que é a afirmação das dimensões críticas de um conceito e a outra de contra-exemplos que é a negação da dimensão crítica.

Com a escolha de exemplos e contra-exemplos, que são agrupados aos pares para serem utilizados no texto, de tal forma que cada par irá explicitar uma característica de existência do conceito e ao final de todos os pares de exemplos o aluno irá saber identificar quais são as características necessárias para a existência do conceito.

O texto, a produção do texto é baseado na análise, apresentando todos os exemplos e contra-exemplos, podendo ser utilizados recursos que abrangem desde da utilização de imagens, simulações, animações e sons .

Bibliografia

1. Dib, C.Z. “Tecnologia da Educação e sua aplicação à aprendizagem de física” São Paulo, Pioneira, 1974.
2. Lollini, P. “DIDÁTICA E COMPUTADOR, Quando e como a informática na escola”, São Paulo, Loyola, 1991.
3. Jarol, S. “Visual Basic para Multimídia” Rio de Janeiro, Campus, 1995.
4. Frerking, G., Wallace, N., Nidder, W. “Delph How-to the definitive Delphi problem solver”, waite group, 1995.
5. Cantù, M. “Dominando o Delphi” São Paulo, Makron Books, 1996.
6. Física 2, GREF, Edusp, São Paulo, 1996.
7. Coleção Objetivo, volume 15, Óptica, São Paulo, 1996.
8. Fundamentos de Física 4, David Halliday, Robert Resnick, Editora Afiliada, 2ª Edição. Rio de Janeiro - 1993.
9. Aulas de Física 2, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antonio de Teledo Soares, José Ivan Cardoso dos Santos, Editora Atual, 5ª edição , São Paulo.

PAINEL 1.6 - UMA PROPOSTA PARA ENSINO DE CIÊNCIAS: PROJETOS WBL

Gustavo Isaac Killner (gisack@usp.br) FEUSP

Texto extraído e adaptado de “Algunas propuestas para uso pedagógico del WEB”, de Gustavo Isaac Killner, in Material de Desarrollo Docente para el Worl.D, IA, Banco Mundial

Existem muitas maneiras de se utilizar educacionalmente a Internet e a Web. Não pretendemos aqui esgotá-las, mas simplesmente sugerir algumas possibilidades que vêm sendo mais amplamente trabalhadas.

ELABORAÇÃO DO SITE DA ESCOLA

Esta atividade pode parecer simples e individualista, mas na elaboração do site escolar, muitas questões são levantadas. Qual é a cara da escola? Qual sua proposta pedagógica? Quais são as informações

pertinentes de se veicular sobre a escola na Internet? Quem organiza, realiza e publica as páginas do site? Quais são as cores das páginas? Qual imagem fica melhor? Quem é o patrono que empresta o nome a escola? Onde ela se localiza? Estas são apenas algumas questões que aparecem na construção da home page escolar e que podem desencadear inúmeras questões, mobilizando alunos, professores, diretores, e toda a comunidade escolar.

INVESTIGAÇÕES NA REDE

Como se sabe, a WWW está cheia de informações na forma de sons, textos e imagens, animados ou não. Um modo de se utilizar a rede, então, é fazer uso desta quantidade de informação que vem de várias fontes e gerar, a partir delas, novos conhecimentos. Estes, por sua vez, podem ser publicados na Web. O fato de ter seus trabalhos publicados na Web, além de motivar os estudantes, eleva seu nível de exigência e, portanto, a qualidade de seus trabalhos.

Uma proposta de uso educacional da Web pode ser denominada *Investigações na Rede*, e é, sem dúvida, a mais utilizada. Investigar na Rede consiste numa exploração dirigida pela Web que pode culminar com a produção de uma página ou um site, onde o resultado da investigação é publicado. Tal atividade é particularmente simples, sendo facilmente implementável, permitindo tanto aos novatos quanto aos peritos em Internet uma participação ativa na construção coletiva de novos conhecimentos. Pesquisas na Rede envolvem os estudantes em tarefas efetivas, estimulando a colaboração e a discussão, sendo também de fácil integração no currículo escolar.

Poderíamos diferenciar algumas alternativas de trabalho com pesquisas na Rede, dependendo da experiência que professores e estudantes têm no uso da Web. No modo mais elementar de implementação, o professor pode sugerir um tópico de exploração e apontar para alguns locais (sites) da Rede onde os estudantes encontrarão a informação necessária. Os alunos devem, então, estudar estes documentos e com esta informação construir um novo texto que será publicado por eles na Rede. É mister que, além de apresentar os sites, apresente-se uma idéia geral do conteúdo deles. Depois da investigação, um novo documento, resultante do estudo, poderia ser escrito, revisado e finalmente publicado na Web.

Projetos de investigação na Rede podem ser mais elaborados, na medida em que estudantes e professores vão se familiarizando com a Web e os mecanismos de busca desenvolvendo, assim, estratégias de otimização do saber através da procura, processamento e comunicação de novos conhecimentos. Em estágios de maior autonomia, professores e alunos podem, juntos, definir temas e estratégias de pesquisa e apresentação de resultados, da maneira mais conveniente para a aprendizagem pessoal do aluno e do grupo. *E importante enfatizar que o trabalho final não é só um simples texto para ser lido e avaliado pelo professor, e depois lançado ao lixo. O resultado final deverá ser publicado na Web, podendo ser lido por qualquer internauta.*

CONSULTE UM ESPECIALISTA

Neste tipo de trabalho, professores e alunos podem tirar dúvidas comunicando-se diretamente com algum especialista na área de interesse. Por exemplo:

<http://www.if.usp.br/fisico/> para questões físicas;

<http://www.on.br/portuguese/pergastron/Astronomo.html> Para questões de Astronomia

<http://www.panix.com/~imediata/infoaids.htm> Sobre AIDS;

<http://www.sbj.org.br/ensino/orienta/orientacao.html> Sobre química.

PROJETOS QUE USAM O CORREIO ELETRÔNICO

Outra aplicação que se pode fazer com a Internet, e talvez a mais interessante e educativa de todas, é interconectar alunos de diferentes escolas, em diferentes pontos do Planeta. Para isto, pode ser usado apenas o correio eletrônico, uma Home Page específica, ou áreas de conversa (chat ou bate papo), com IRC, software específicos (como o netmeeting), entre outros recursos.

Em qualquer caso, é necessário ter-se duas ou mais escolas conectadas entre si, com as quais vai-se trocar informações e construir novos conhecimentos. Esta forma de trabalho é altamente motivacional e colaborativa. Sem cooperação e/ou colaboração, respeito às diferenças e rigor acadêmico, não é possível desenvolver tal tipo de projeto. Nesta modalidade de projeto, rompem-se os limites físicos da sala de aula, estimula-se uma ética comunitária ao invés de uma ética individual, promove-se o uso da linguagem como instrumento organizador do pensamento e de sua expressão, entre outros benefícios.

Com o uso de Internet e das tecnologias de comunicação, os estudantes tem a oportunidade de aprender a pensar a si mesmos como cidadãos globais, vendo o mundo, e o seu próprio lugar nele, de um modo diferente. A grande força educacional da Internet reside justamente na capacidade de conectar estudantes, professores, classes, escolas, comunidades, cientistas, etc., todos trabalhando colaborativamente, compartilhando saberes. Dividindo informações e trocando experiências, aumentamos as chances de encontrar soluções para questões ou problemas. Com a Internet, rompemos as barreiras do individualismo, atravessamos as paredes das escolas e vencemos os limites geográficos, favorecendo o desenvolvimento de projetos colaborativos.

Estes projetos são desenvolvidos pelos próprios professores, sendo flexíveis e de fácil integração curricular. O papel do professor muda naturalmente, passando a trabalhar lado-a-lado com seus alunos. Para o desenvolvimento de um projeto desse tipo, é necessário que o professor estabeleça junto com os alunos um conjunto de atividades que deve começar com a apresentação dos participantes e ter um ou mais tópicos de investigação por troca de informações que serão efetivadas via correio eletrônico e outros mecanismos tradicionais. Para guiar esta troca é necessário que o(s) professor(es) organizador(es) prepare(m) um conjunto de questões que serão investigadas por todos os alunos envolvidos, de todas as escolas conectadas. As respostas para estas questões serão discutidas pelos alunos com seus professores em cada escola. Depois, formula-se um texto (e material de apoio como fotos, vídeos, recortes de jornais ou revistas etc.) que será remetido às demais escolas participantes. Uma vez recebidas as respostas, elas voltam a ser discutidas em classe, entre alunos e professores, e assim por diante, até que se passe a um novo conjunto de questões.

Tais projetos podem ser divididos em módulos relacionados mas ao mesmo tempo independentes e intercambiáveis. Deve-se dar oportunidade aos estudantes para modificá-los, sem perda de conteúdo, de forma a torná-los mais interessantes e motivadores. É importante, também, que se dê liberdade aos estudantes envolvidos para que eles possam, em alguns momentos, realizar uma troca de informação livre, do interesse próprio deles/delas, mesmo que pareçam desnecessárias. Isto os motiva e acalma em momentos de ansiedade. Já há vários tipos de projetos desenvolvidos que usam o e-mail como ferramenta pedagógica, conectando diretamente um estudante de um colégio com um estudante de outra escola (*netpals* ou parceiros de rede), e estes passam a trocar mensagens num tópico específico, de acordo com o que seus professores determinam, ou então conectando a classe (ou um grupo de alunos que depois apresenta o resultado da investigação para a classe e publica na Rede) com um mentor, um cientista, um especialista ou alguma pessoa de interesse; ou ainda conectando uma classe de um colégio com classes de outras escolas, possibilitando troca de informações sobre temas variados, envolvendo também muitos professores.

Cabe lembrar que a “netiqueta” adotada em projetos colaborativos internacionais diz que a língua não é fator limitante para seu pleno desenvolvimento. Cada país deve mandar suas mensagens na língua pátria, e os alunos dos outros países envolvidos devem então traduzi-la.

CONECTAR-SE NUM PROJETO JÁ EXISTENTE

Uma outra possibilidade de uso educacional da Rede será conectando-se a um projeto que já esteja em desenvolvimento, isto é, um projeto que já esteja pronto e disponível na Rede. Em geral, estes projetos já são estruturados, o que os torna de fácil aplicação. Entretanto, uma vez que já estão estruturados, não permitem mudanças, tendo um que adaptar-se a eles em condições de metodologia, tempo de dedicação ao trabalho, épocas de início e final da investigação colaborativa.

Para aqueles que recentemente estão começando a utilizar a Rede em suas atividades educacionais, é aconselhável que pelo menos dêem uma olhada em alguns projetos existentes. Assim pode-se ter uma idéia de como eles funcionam.

Para participar de um destes projetos, é necessário contatar o responsável pelo mesmo, que sempre aparecem na Home Page de apresentação do projeto, e começar a negociar a participação dos interessados no mesmo. Há uma infinidade destes projetos pela Rede, porém aqui apresentamos apenas alguns. De fato, há muitos projetos, mas a grande maioria deles ainda está em inglês, o que os tornam menos acessíveis.

PAINEL 1.7 - O PROFESSOR COMO PRÁTICO REFLEXIVO: UMA APLICAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DO PROFESSOR, VIA INTERNET*

Marciana Almendro David¹ e Oto N. Borges²

¹Faculdade de Educação - UFMG - marciana@educativa.org.br

²Colégio Técnico e Programa de Pós-graduação em Educação - UFMG - Oto@coltec.ufmg.br

Num contexto de mudança curricular como ocorre hoje em Minas Gerais, os professores são chamados a se engajarem em projetos de “capacitação” ou de desenvolvimento profissional, como temos achado mais adequado denominar tais projetos. Recursos públicos têm sido gastos nestes programas educacionais, ainda que considerados insuficientes. Muitos profissionais da educação têm sido envolvidos em novas propostas educacionais que visam o seu desenvolvimento profissional, ou a implementação de mudanças educacionais.

O presente trabalho discute a idéia do desenvolvimento profissional de professores através do seu engajamento em projetos, que deverá ser iluminada pela teoria do professor como prático reflexivo. Para esta discussão será utilizada a contribuição que Schön e outros autores nos oferecem. Algumas experiências empíricas serão analisadas por essa perspectiva, especialmente as experiências de desenvolvimento profissional de professores, utilizando redes de computadores.

Partimos do pressuposto de que os professores, durante o seu exercício profissional, falam uns com os outros e têm acesso às experiências uns dos outros e acreditamos que isto lhes permite aprender, seja com a

experiência dos colegas, ou com a reflexão sobre a própria experiência. Assim, a idéia de desenvolver um trabalho colaborativo, via Internet, se baseia na possibilidade de que os professores possam produzir conhecimento de forma compartilhada. Durante o desenvolvimento de um trabalho colaborativo, os parceiros executam diversas ações com objetivos comuns, isto pode lhes permitir aumentar o nível de compreensão e reflexão sobre o conhecimento em torno do qual o trabalho está sendo empreendido.

O professor como prático reflexivo

Para Schön (1987), a ilusão do consenso no âmbito da escola, dificulta o processo reflexivo que poderia ocorrer a partir da troca de experiências dos professores. Schön acredita pela sua experiência, que se aprende pelo desacordo, o que ele denomina de desacordo produtivo. Para Schön é necessário que se tenha uma teoria comum, compartilhada por todos, porém não é preciso uma única estratégia para desenvolvê-la e não é realista que todos estejam de acordo sobre ela. Acreditamos que isto possa se aplicar ao processo de ensino-aprendizagem, pois os professores e alunos aprendem de maneiras diferentes. Schön considera que o professor necessita de ajuda para que o processo de reflexão seja constante em sua atuação profissional e acredita também que a reflexão sobre a ação e na ação são fundamentais para o desenvolvimento de qualquer profissional.

Acreditamos ser possível aos professores refletirem sobre a prática, especialmente no que se refere a sua própria aprendizagem em relação aos temas específicos. O professor é capaz de refletir na ação e dar sentido ao próprio trabalho. Professores podem refletir em conjunto, com os seus colegas, isto vai depender da relação de cada professor com a instituição, do grau de liberdade que o professor encontra para ensinar de maneiras diferentes. Entretanto, Schön acredita que os professores não são formados para refletirem sobre a prática, são formados para a burocracia da escola, o que limita o seu fazer. Nesta experiência de desenvolvimento profissional de professores, que estamos realizando no espaço virtual, procuramos observar o que pode interferir no processo reflexivo dos professores, o que estimula ou o que dificulta essa reflexão.

Embora Schön em seus livros tenha tratado da prática profissional de cientistas, engenheiros e arquitetos, podemos aplicar sua teoria para a prática profissional de professores. Trata-se de pensar sobre a prática, pensar sobre o que se fez, depois de fazer, e de pensar sobre o que se está fazendo, no momento em que se faz. Pensar sobre a ação e durante a ação é o que para Schön, torna a prática verdadeiramente reflexiva. Em estudo sobre uma proposta de inovação curricular, Schön procura mostrar como isto pode levar os professores a uma crise de confiança em seu conhecimento profissional e como isto leva a uma necessidade de reflexão sobre suas ações como profissionais.

Três questões fundamentais para o debate sobre as intervenções, segundo Schön são: Quais as competências que os professores deveriam ajudar os estudantes a desenvolver? Que tipo de conhecimento e de saber-fazer permitem aos professores desempenhar o seu trabalho de forma efetiva? Que tipo de formação serão mais viáveis para equipar os professores com as capacidades necessárias ao desempenho do seu trabalho?

Uma aplicação ao desenvolvimento profissional do professor, via internet

O que pretendemos mostrar são as análises de algumas interações entre professores, ocorridas no espaço virtual, obtidas a partir do acompanhamento de um *Grupo de Trabalho para Produção de Materiais Didáticos*, uma das aplicações da experiência em educação à distância (EaD), que está sendo implementado no CECIMIG/UFMG e que pretende o desenvolvimento profissional de professores de ciências, através das atividades envolvidas no processo de elaboração de materiais didáticos de Biologia, Física e Química, em grupos colaborativos, via internet. Esta investigação tem como objetivo contribuir para o Projeto de EaD, que se propõe a investigar o potencial da educação continuada, via internet, no desenvolvimento profissional de professores de Ciências e Matemática do ensino fundamental e em efetivo exercício docente, no estado de Minas Gerais.

Durante a implementação da primeira fase do projeto de EaD, foram acompanhados os Grupos de Produção de Materiais Didáticos (GPMID) onde procuramos identificar atitudes por parte dos professores que evidenciassem alguma forma de reflexão sobre sua ação em sala de aula ou sobre o processo vivenciado no espaço virtual. Seriam, ainda, identificadas, possíveis evidências de desenvolvimento profissional desses professores a partir dessas reflexões. Partindo do pressuposto de que a reflexão na ação e sobre a ação, ainda que no espaço virtual, serve como estratégia para possibilitar o desenvolvimento profissional e a formação continuada de grande número de professores, considerou-se oportuno investigar se existem evidências de um processo reflexivo dos professores e se o uso da Internet facilita ou dificulta esse processo.

A partir dos pressupostos acima, algumas questões foram exploradas: como ocorrem os processos reflexivos dos professores enquanto produzem materiais didáticos? Como as interações entre os professores ocorrem na comunicação via Internet? Poderiam essas interações gerar novas possibilidades de reflexão para os professores sobre a sua ação em sala de aula? Procuramos responder a estas questões, tentando identificar alguns possíveis elementos facilitadores ou dificultadores do processo. Esperamos, a partir deste trabalho, poder contribuir para implementações de outros projetos de desenvolvimento profissional de professores de ciências, utilizando os recursos da educação à distância.

* Trabalho parcialmente financiado pela FINEP e a SEE-MG.

Bibliografia

- L. SCHÖN, D.A. (1987) Educating the Reflective Practitioner, Jossey-Bass, San Francisco.

PAINEL 1.8 - DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO TIPO MULTIMÍDIA COMO RECURSO DIDÁTICO PARA ENSINO DE FÍSICA

Neide Kuromoto¹, Ivanilda Higa², Giselle Munhoz Alves³, Mauro Gomes Rodbard³, José Carlos Pauleto³, Suzana Reinecke³, Silvia Rejane Schmitz⁴, Margaret Froelich⁵, Tiago A. Sanchez⁵, Ney Hamilton Michaud⁶

Ronaldo F. de Oliveira⁵, Dilcléia Dobrowolski⁵, Otávio M. C. Reimann⁵, Marcos Y. K. Cardozo⁷.

¹Ronaldo P. de Oliveira,²Daniela Borgonovo,³Julio M. C. Rennani,⁴Marcus P. A. Cardoso,⁵ca.uspr.br, Departamento de Física;²Departamento de Teoria e Prática de Ensino;³Departamento de

¹karolmota@fisica.ufpr.br; ²Departamento de Física; ³Departamento de Teoria e Prática do Ensino; ⁴Departamento de Física; ⁵Colégio Medianeira; ⁶Bolsistas do Curso de Física e Engenharia Química; ⁷Univídeo-CEAPE; ⁸Estudante Voluntário do Curso de Física

A Física, como disciplina constante de nossa organização curricular, é considerada pela maioria dos alunos como sendo extremamente difícil, desligada do seu cotidiano e com uma excessiva ênfase nas equações matemáticas, opiniões que os levam a sentir até uma aversão pela mesma. Um dos fatores que conduzem a uma visão distorcida desta ciência tão fascinante é a forma que ela é trabalhada em sala de aula.

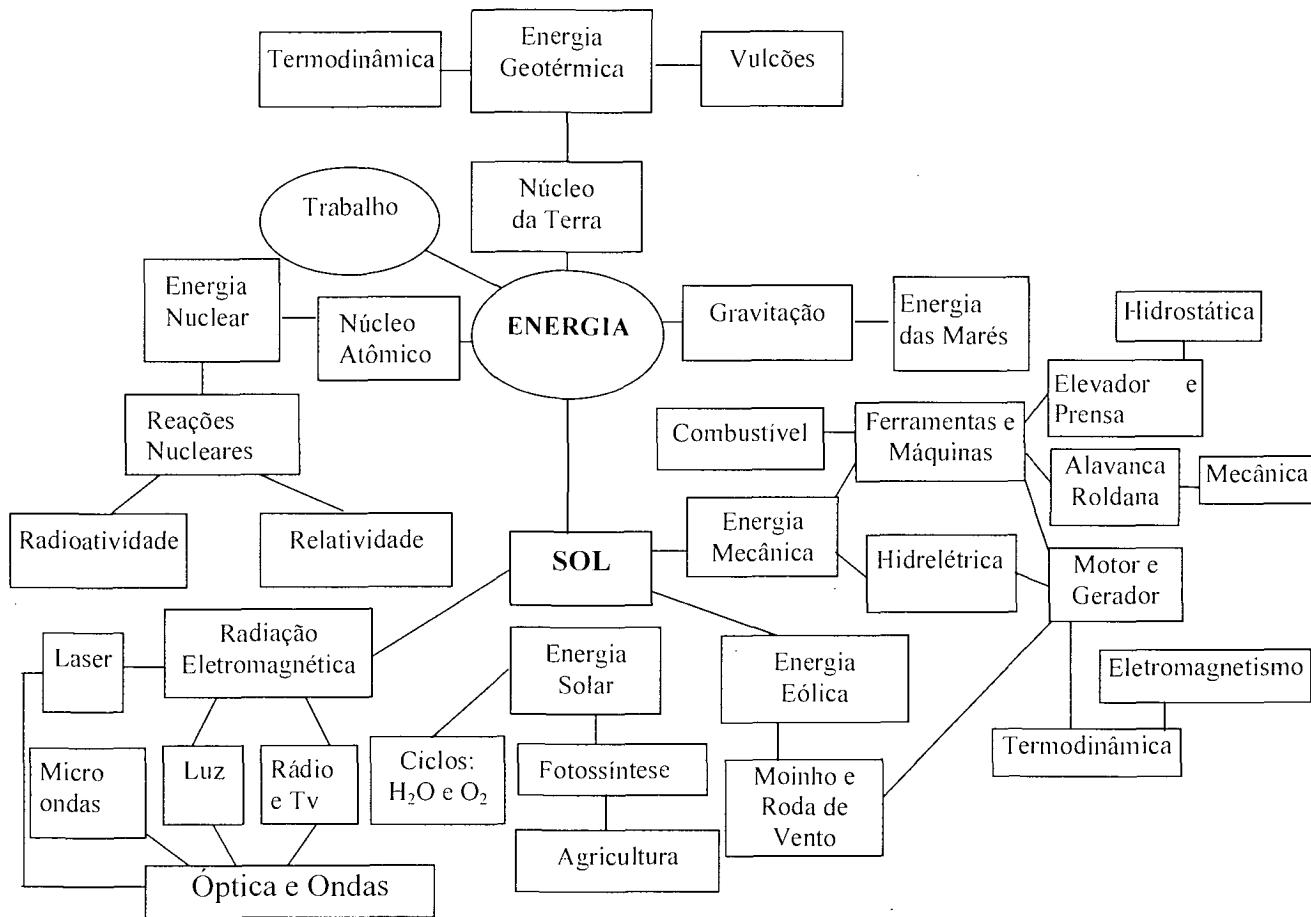
Os pesquisadores em Educação têm buscado transformações no processo ensino/aprendizagem e com o avanço da informática, estas transformações deverão surgir com maior velocidade e dinamismo. É indiscutível que os recursos tecnológicos disponíveis podem constituir-se em potenciais instrumentos facilitadores nesse processo.

A Informática permite aos professores a criação de ambientes de aprendizagem interativos relevantes para os estudantes, e a Multimídia é um dos recursos tecnológicos que permite a estruturação das informações de forma não linear, integrando diferentes meios de comunicação como áudio, vídeo, textos, animações e simulações. A sua característica principal é possibilitar ao usuário a exploração das informações de uma maneira fácil, natural e mais apropriada às suas necessidades.

Com a disseminação de computadores nas escolas, surge a oportunidade de ampliar a oferta de dispositivos didáticos para a sala de aula, recursos estes que na área de Física ainda são escassos no Brasil.

Com o intuito de contribuir para a melhoria do ensino de Física na Educação Básica, foi proposto este projeto, cuja ênfase é interferir no processo ensino aprendizagem. Trata-se de um Projeto de Extensão no âmbito da Universidade Federal do Paraná, intitulado "*Experimentos de Física para Educação Básica Através de Vídeo e Multimídia*". Por ser um projeto muito amplo, é necessário a integração entre diferentes áreas. Participam profissionais das diversas áreas de conhecimento: professores dos Departamentos de Física e de Teoria e Prática de Ensino, e de uma escola de Ensino Médio, alunos do Cursos de Física, Engenharia Química, Comunicação Visual e Pedagogia, além de especialistas em informática e produção de vídeo.

Figura 1: Esquema do Aplicativo



O objetivo deste trabalho é apresentar um aplicativo multimídia na área de Física, cujo tema central é ENERGIA. Foi construído um esquema (Figura 1), classificando quatro diferentes fontes de energia, dentre as quais destaca-se o Sol como fonte primária. A partir daí apresentam-se as outras formas de energia, como a mecânica, térmica e elétrica entre outras, discutindo-se seus modos de obtenção, aplicações e transformações. Além disso, debatem-se os problemas atuais sobre energia tais como impacto ambiental, a racionalização e as perspectivas futuras sobre reservas de energia.

Dentro do tema, o usuário pode “viajar” através das diferentes formas de ENERGIA, associando cada conceito físico com o desenvolvimento tecnológico e aspectos históricos. Isso dá ao usuário uma visão integrada da Física, uma vez que, dentro do aplicativo em desenvolvimento, Energia Mecânica e Energia Elétrica, por exemplo, não são elementos dissociados, como normalmente estão apresentados nos livros didáticos, mas formam um conjunto de conhecimentos dinâmicos e articulados entre si.

O programa em desenvolvimento apresenta diversos módulos integrados entre si por *links* estruturados por palavras-chaves, imagens e sons. Cada módulo contém várias páginas para consulta não-linear. Além destes recursos, cada tema apresentará questões e problemas aleatórios extraídos de um banco de dados para evitar que o estudante “memorize” as respostas.

Para edição do aplicativo multimídia está sendo utilizado o *software Toolbook II 6.0 Instructor* da *Asymetrix*.

Espera-se que com este aplicativo o usuário adquira uma visão diferente da Física como um todo e perceba o quanto ela está presente em sua vida.

Bibliografia:

1. BISHOP, K.; MADDOCKS, D.; SCOTT, B., *Science for Life*. Collins Educational, 1984.
2. HEWITT, P.G., *Conceptual Physics*. Addison-Wesley Publishing Company, 1986.
3. LUZ, A. M.R.; ÁLVARES, B.A. *Curso de Física*. Vols 1-3. Editora Harbra Ltda. 3^a edição, 1992.
4. HÉLIO BONADIMAN, LENIR B. ZANON E OTÁVIO A. MALDANER. *Ciências: Proposta Alternativa de Ensino*, Livraria Unijuí Editora, 3^a edição, 1987.
5. ALBERTO GASPAR, *Experiências de Ciências para o 1º grau*, Editora Ática, 6^a edição, 1998.
6. GREF , *Física 2: Física Térmica e Óptica*, Editora da Universidade de São Paulo, 1991.
7. ARRIBAS, S. D. *Experiências de Física ao alcance de todas as escolas*. Ministério da Educação FAE, Rio de Janeiro, 1988.
8. AXT, R. O papel da experimentação no ensino de ciências. In: Moreira , M. A. e Axt, R. *Tópicos em ensino de ciência*, Sagra Editora, Porto Alegre, 1991.
9. FERRARO, N. G. *Eletricidade, História e Aplicações*, Editora Moderna, 1991.
10. DELEAGE, J. P.; SOUCHON, C. *Energy: an interdisciplinary theme for environmental education*. Environmental Education Series, Vol. 11, UNESCO, 1986.
11. Energia: Recurso da Vida. Ministério de Minas e Energia. Eletrobrás. PROCEL/CIMA. Edição revisada, 1986.
12. Evolução do Trabalho Humano. Publicação Interna do IFUSP, São Paulo, 19--.
13. OKUNO, E. CALDAS, I. *Física para Ciências Biológicas*, Harper and Row do Brasil, 1982.
14. GUAYDIER, P. *História da Física*. 1983, Edições 70.

PAINEL 1.9 - INVESTIGANDO FORÇAS COM SENSORES

Marcus Vinícius Duarte Silva – COLTEC - UFMG - marquinhos@coltec.ufmg.br

Alessandro Damásio Trani Gomes – COLTEC - UFMG - alessandro@coltec.ufmg.br

Oto Neri Borges – COLTEC – UFMG - oto@coltec.ufmg.br

Antônio Tarciso Borges – COLTEC – UFMG – tarciso@coltec.ufmg.br

O painel será dividido ordenadamente em assuntos chaves, ou tópicos principais para melhor informação e visualização, nos quais abordaremos os objetivos e metas do trabalho, informações gerais, características do software e hardware utilizados, as formas de utilização e demonstrações. O trabalho tem por objetivo explorar as possibilidades da utilização da tecnologia M.B.L – microcomputer-based laboratory – na investigação de fenômenos físicos a nível do ensino médio, com ênfase no estudo de forças. Para tal, faremos inicialmente, uma abordagem atual dos laboratórios de mecânica e como a utilização dessa nova tecnologia poderia melhorá-los.

Utilizaremos o sensor Student Force Sensor (ou Sensor de Força) da empresa “Vernier Software”. Esse sensor pode ser usado tanto para o estudo de situações dinâmicas quanto estáticas. Serão apresentadas

todas suas características como precisão, intervalo de medição, limitações, calibrações, princípio de funcionamento, etc.

Serão abordadas situações e exemplos onde o sensor pode ser utilizado, em quais experimentos ele pode ser adaptado.

Discutiremos as vantagens do sensor sobre os dinamômetros comuns geralmente utilizados, suas vantagens, importância e desvantagens para o ensino da Física.

Como exemplo da suas utilizações, faremos algumas investigações experimentais que demonstrarão as capacidades e as limitações do sensor:

Movimento Harmônico

Nessa investigação estudaremos a variação da força em função do tempo de um movimento harmônico amortecido e a dissipação de energia por atrito. Analisaremos como a influência do ar e a constante elástica da mola afetam o fenômeno.

Estudo de colisões

Utilizando o equipamento experimental investigaremos a variação da força durante as colisões e com o auxílio do software gráfico exibiremos as relações entre diversas grandezas envolvidas, como, por exemplo, quantidade de movimento.

Determinação da Constante Elástica da Mola

Investigaremos o efeito da variação do diâmetro das molas sobre a sua constante elástica.

Estudaremos a relação existente entre a força aplicada a uma mola e sua deformação. Analisando esta relação podemos obter, facilmente, com a ajuda de recursos gráficos para auxiliar na compreensão, a constante elástica da mola.

PAINEL 1.10 – LABORATÓRIOS DIDÁTICOS DE CIÊNCIA: O COMPUTADOR NA SALA DE AULA

Ernesto Macedo Reis

Escola Técnica Federal de Campos – Mestrando Sc. UFRJ

Rua Dr. Siqueira, 273 – Campos dos Goytacazes – RJ – CEP 28030-000

e-mail: ernesto@laranjeiras.lci.ufrj.br

I. Introdução

As tendências atuais na Educação, que apontam para a chegada de novas tecnologias nas Escolas de Primeiro e Segundo Graus, onde a principal delas é a chegada dos computadores em sala de aula, sugerem uma mudança bastante forte nas atividades que se desenvolvem no dia-a-dia da maior parte de professores e alunos nesses segmentos da Educação formal. Também podemos notar que as formas como essa tecnologia vem sendo utilizada em nossas Universidades ainda denota um grande esforço em se definir parâmetros que possam sustentar com segurança a introdução de técnicas e tecnologias relacionadas ao computador em Cursos que não sejam os de Informática.

Não há como se atrasar mais a chegada dos computadores às Escolas e por outro lado, uma quantidade significativa de professores desses primeiros segmentos ainda não dispõem de conhecimentos suficientes sobre o assunto, e como consequência não podem assumir uma posição em relação a criação de um senso crítico que possa resultar em discussões que levem a tomadas de decisões quanto a formas de utilização do computador em salas de aula.

Muitas propostas surgem e já há algum tempo vemos farta literatura circular pelos meios acadêmicos e amplas discussões traduzidas nos anais de muitos simpósios, como por exemplo os da Sociedade Brasileira de Informática na Educação (SBIE), onde se vê que nem todos esses esforços permitem qualquer afirmação quanto as formas como essa incorporação possa acontecer. Esse quadro de muitas dúvidas e que já persiste há alguns anos em relação à Informática na Educação coincide com um momento onde muitas dificuldades são vivenciadas também em outras áreas, onde por força de nossas ações nos concentrarmos na de Ciências, em especial na disciplina de Física que cada vez mais, também por conta da reduzida quantidade de profissionais de ensino formados anualmente, surge como um imenso vazio na formação de jovens estudantes, que não desenvolvem a capacidade nata de observação de fenômenos naturais do cotidiano, em nível de compreensão e formulação de explicações convincentes e mais formais.

Uma solução é contarmos com mais especialistas na área, que possam orientar esses estudantes, ou então, que os que desempenham esse papel “provisoriamente”, possam ser capacitados para isso. É comum vermos as primeiras orientações de um jovem estudante serem trabalhadas por professores de outras disciplinas como Matemática, Química e Biologia, que em momento algum sentem-se em condições confortáveis para discutirem os diversos pontos da disciplina que tem de ministrar em um grau de profundidade e com uma amplitude que possa contribuir para a construção do conhecimento na disciplina.

Um dos pontos que temos acompanhado e atacado recentemente é quanto ao reforço de certas concepções do senso comum que sistematicamente vem ocorrendo em relação a conceitos e fatos que devem ser combatidos nas idades mais tenras a fim de não comprometerem o desenvolvimento do conhecimento científico a ser construído.

Nesse quadro atual onde esses dois pontos abordados são motivo de muitas discussões apresentamos uma ação desenvolvida na Escola Técnica Federal de Campos com a criação de LDC (Laboratórios Didáticos de Ciências), nos moldes de um espaço aberto, não só a alunos e professores de Segundo Grau Técnicos, como também a professores de Ciências de Primeiro Grau e outros, que atuando na disciplina, pretendam buscar apoio para o desenvolvimento de suas atividades, bem como contar com local apropriado para pesquisas em trabalhos experimentais. Assim como poderem conviver com profissionais e ambientes que lhes possam ser úteis na busca por novos conhecimentos.

II. Um momento para planejar

Podemos nos posicionar dentro da seguinte linha de raciocínio filosófico, que julgamos ter contribuído bastante no desenvolvimento do projeto; se existem metas deve existir planejamento, pois caso contrário, o que temos são apenas sonhos. Assim, podemos definir os objetivos considerados fundamentais, que tanto quanto a forma como se desenvolvem algumas etapas do projeto LDC, bem como alguns aspectos que já evidenciam alguns resultados que começam a ser coletados, constituem a essência desse trabalho.

A etapa do planejamento para o desenvolvimento do LDC teve na análise meticulosa dos objetivos fundamentais seu ponto principal. Dessa forma, podemos definir como objetivos básicos do projeto: i) a busca de uma nova postura nas formas de orientação de estudantes de Segundo Grau na disciplina de Física que possibilite uma análise conceitual rica, que entendemos ser possível a partir da priorização de trabalhar-se os princípios de conservação, dando-lhes o máximo de relevância, bem como o estabelecimento de uma metodologia mais dinâmica que possibilita a abordagem de mais aspectos conceituais e sem perdas para o desenvolvimento do raciocínio matemático; ii) o trabalho com professores de Primeiro Grau em que como um todo, a disciplina possa ser trabalhada em nível do desenvolvimento de experiências que possam ser levadas para qualquer sala de aula e executadas juntamente com os alunos, a fim de propiciarem discussões conceituais e o tratamento de concepções espontâneas do jovem aluno, levando-se sempre em conta que esses professores também devem se capazes de compreender o formalismo matemático em diversas situações experimentais; iii) a utilização do computador como ferramenta de suporte ao desenvolvimento de novas metodologias a serem empregadas em sala de aula e como agente de transformação das relações aluno-professor.

III. A ferramenta do trabalho cooperativo – CSCW

Nos dias de hoje, vemos quão importante é o desenvolvimento de tarefas mais complexas, onde é comum a ação de grupos de pessoas muitas vezes de várias habilidades, e podemos também observar Empresas e Instituições das mais diversas áreas estimulando ações cooperativas. Então pensamos em um modelo similar que pudéssemos adotar em princípio no desenvolvimento da estrutura do LDC.

Com base em CSCW (Computer Support Cooperative Work), um conjunto de ferramentas para desenvolvimento de diversos projetos em Informática, optamos por um tratamento desse tipo no processo de desenvolvimento do projeto e uma abordagem metodológica baseada nos princípios de trabalho cooperativo. Algumas dessas ferramentas, entendemos serem apropriadas para levarmos o projeto a toda comunidade que tenha interesse por ele. Também podemos considerar a facilidade quanto ao gerenciamento do próprio projeto que pode comportar vários grupos trabalhando cooperativamente como células independentes.

Na descrição metodológica podemos observar a junção dos dois pontos da abordagem inicial: a mudança em enfoques do ensino de Física nas Escolas de Primeiro e Segundo Graus; e o trabalho com Informática na Educação.

Dessa forma, podemos resumir a questão da metodologia utilizada em relação aos três objetivos básicos como um trabalho em parceria entre alunos-instrutores-professores cursistas, com base nos aspectos conceituais e experimentais da disciplina de Física e de ferramentas computacionais visando a construção de um espaço de desenvolvimento cognitivo.

IV. Algumas respostas

Vivenciando dois pontos distintos quanto ao desenvolvimento de etapas com alunos de segundo grau de dois Cursos Técnicos, e de Professores Cursistas dos dois primeiros “Curso de Capacitação para Professores de Primeiro Grau em Ciências”, as duas ações já fornecem algumas respostas, como relataremos.

Na ação empreendida junto com estudantes de duas turmas de terceiras séries dos Cursos Técnicos de Eletrotécnica e Informática empenhamo-nos em desenvolver um site da disciplina na WEB. No atual estágio os alunos trabalham cooperativamente com tarefas divididas segundo suas habilidades específicas encontrando-se com freqüência. Tais contatos deverão ocorrer também por lista de discussões aberta e

gerenciada por alunos. Os resultados nesse ponto enriquecem e ampliam a nossa compreensão sobre o uso de ferramentas de CSCW no ensino de Física.

Quanto ao trabalho desenvolvido com professores, vários módulos de uma semana já foram realizados, bem como encontros mensais de um dia tem sido mantidos sem ausências significativas daqueles que iniciaram a capacitação, o que demonstra o vivo interesse pela interação. Também esses professores têm trabalhado em dias que lhes são convenientes com algumas de suas turmas, ou mesmo individualmente em trabalhos experimentais mais complexos nos ambientes do LDC. Quase todos têm mostrado um interesse muito grande por incorporarem às suas atividades elementos de informática, o que até então não tem sido incentivado devido à necessidade do estabelecimento de uma proposta pedagógica concreta e amplamente discutida. No entanto quase todos já tem utilizado instrumentos computacionais, principalmente o correio eletrônico como meio ágil de comunicação.

Outro ponto previsto e que já começa a se concretizar, é que alunos dos Cursos Técnicos envolvidos com tarefas no LDC começam a interagir com esses professores, o que a nosso ver representa não só uma mudança cultural como um ponto altamente valioso para o prosseguimento do projeto.

Essas observações iniciais estão sendo documentadas e futuramente analisadas por todos os participantes do projeto.

PAINEL 1.11 - DEMONSTRAÇÃO DE CONCEITOS DE FLUIDOS E GRAVITAÇÃO

Alaor Faria Miguel¹ e Felipe Beaklini²

¹Bolsista PIBIC/CNPq; ²felippe@unb.br

Universidade de Brasília

Objetivos e Realizações

Foram desenvolvidos módulos de demonstração para conceitos selecionados de fluidos e gravitação utilizando os recursos multimídia de computadores pessoais. Estes modelos computacionais para serem utilizados como apoio didático para disciplinas de graduação e para o ensino de segundo grau. Estes programas foram desenvolvidos para permitir que os alunos visualizem um sistema físico facilitando o entendimento dos conceitos em discussão na sala de aula ou no laboratório, permitindo que os programas e suas explicações sirvam como ferramenta didática que possam ser executadas repetidas vezes pelos alunos.

Quatro simulações foram desenvolvidas em Visual Basic®, para demonstração de tópicos de gravitação e de hidrodinâmica, para alunos de graduação em Ciências. As simulações permitem que a repetição dos problemas em estudo para diferentes valores iniciais, sempre exibindo uma simulação gráfica dos resultados. Os algoritmos necessários para o tratamento dos problemas escolhidos foram desenvolvidos seguidos de sua codificação.

As demonstrações disponíveis são: corpo orbitando ao redor de outro de maior massa (satélite e planeta), explorando órbitas elípticas e analisando a lei das áreas; furo em um tanque de água, explorando o alcance da água e sua variação enquanto o tanque esvazia; princípio de Arquimedes, mostrando como o peso aparente de um corpo varia com sua imersão em um líquido e aplicações da equação de Bernoulli e da equação da continuidade. Todas as simulações são projetadas para fornecem os valores iniciais necessários para utilização por usuários não familiarizados com o sistema em questão. As simulações permitem repetição com ou sem alteração nos parâmetros iniciais, viabilizando estudos diversos destes fenômenos.

A equipe envolvida neste trabalho ainda é pequena e não dispõe de profissionais de computação gráfica que poderiam refinar desenhos e animações tornando-os mais apurados; as simulações que obtivemos mostram-se funcionais e eficientes em conteúdo, porém não tão ricos em estética e efeitos visuais.

A incorporação de um desenhista, com conhecimentos de computação gráfica, representaria uma forma de minimizar o problema, aperfeiçoando o que já foi implementado e o que ainda será. Permitiria a confecção dos desenhos, que poderiam ser feitos em três dimensões e a elaboração de animações em computador. Esta contribuição tornaria os programas mais atraentes e de caráter mais profissional.

Aspectos do Programa:

A seguir temos a descrição de alguns aspectos relevantes do sistema de simulações multimídia já desenvolvidos começando pela tela inicial da versão demonstração, intitulada Física por Métodos Computacionais.

Nesta versão estão incluídos os quatro programas já elaborados. São eles: Arquimedes, Gravitação, Reservatório e Vazão.

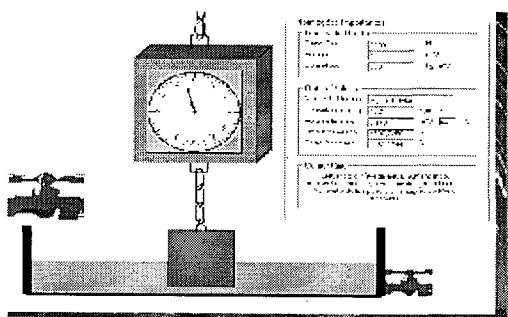


Arquimedes: Princípio de Arquimedes.

Este programa tem a finalidade de ilustrar o princípio de Arquimedes – a força de empuxo.

Um cubo, cuja aresta, peso e densidade são informados pelo usuário, tem seu peso aparente medido pelo dinamômetro no qual está preso. A medida em que líquido é inserido no tanque (o líquido também pode ser escolhido pelo usuário dentre alguns já preexistentes ou por qualquer outro de sua preferência), a força de empuxo gerada influenciará no peso aparente medido. Esta variação é visualizada no medidor continuamente na escala do dinamômetro.

Uma janela de comentários exibe informações pertinentes às variações do problema permitindo que o usuário mantenha constante interação com a simulação.

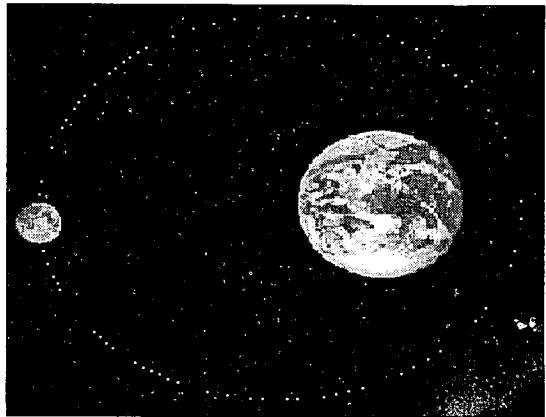


Gravitação: Lei da Gravitação Universal de Newton e Lei das Áreas de Kepler.

Esta simulação permite visualizar de maneira clara e elucidativa, as principais leis que regem o comportamento dos corpos celestes exemplificando a lei da gravitação universal de Newton e a lei das áreas de Kepler.

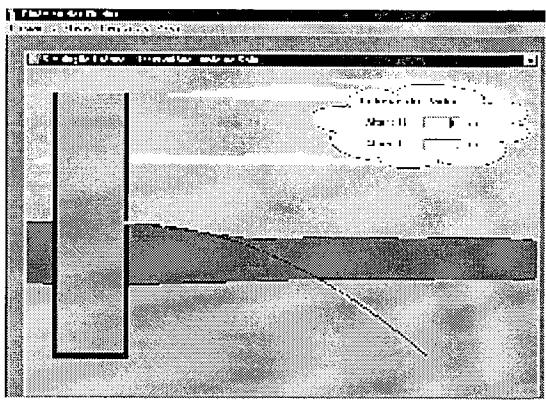
Fornecidos os valores iniciais referentes a posição e a velocidade de um satélite podemos observar sua órbita, cuja trajetória será dependente dos parâmetros informados inicialmente. Os dados iniciais, fornecidos pela simulação podem ser alterados permitindo a visualização de órbitas circulares e elípticas, até hiperbólicas (abertas) ou mesmo colisões visíveis na simulação.

Comprovando a validade da lei das áreas, ao aproximar o planeta, num dos focos da órbita, o satélite tem sua velocidade aumentada e diminuída ao afastar-se do planeta.



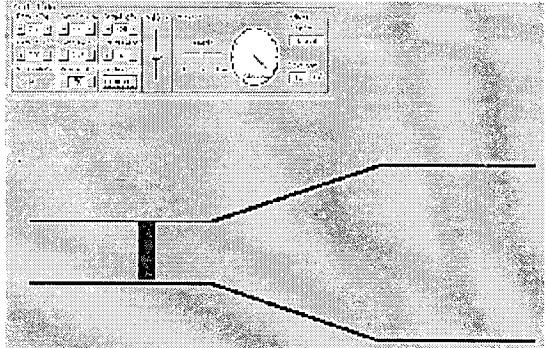
Reservatório: Alcance de um jato d'água, partindo de um orifício num tanque – Equação de Bernoulli.

Em linhas gerais, esta simulação permite calcular o alcance de um jato d'água, que sai de um orifício feito num tanque. Além do cálculo, o usuário pode, como nas demais simulações desta série, visualizar graficamente, a trajetória do fluido gerada a partir de valores iniciais informados. Estes podem ser modificados a vontade, realizando novas simulações para cada novo valor. O usuário pode visualizar como a trajetória do fluido varia com o conteúdo de fluido armazenado.



Vazão: Aplicação da Equação de Bernoulli e da Continuidade.

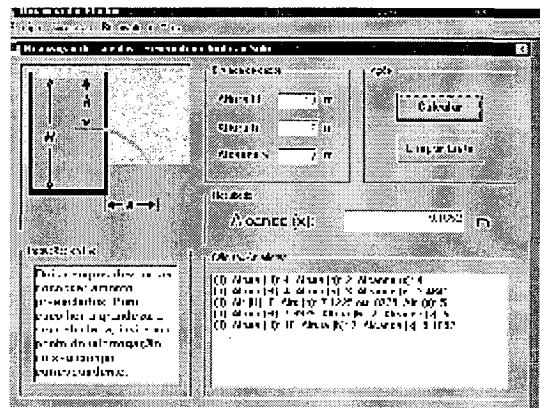
Esta simulação permite visualizar o comportamento de um líquido atravessando as seções de um tubo com diferentes áreas transversais. O enfoque é dado nas variações de pressão e velocidade sofridas pelo líquido durante as seções de maior e menor área e, principalmente, na junção entre as duas seções. Estas variações são exibidas através de janelas localizadas acima do tubo. Nestas janelas esta o usuário pode escolher parâmetros sobre o fluido e seções do tubo de



forma a poder realizar simulações diversas e ter uma melhor visão sobre o andamento do problema.

Conclusão:

Este trabalho explorou a viabilidade técnica destas simulações e abre caminho para sua utilização em sala de aula. Os próximos passos serão desenvolver um número maior de exemplos que poderão ser utilizados com meio auxiliar do nosso sistema de aprendizagem e portanto permitir uma melhor distribuição de atividades didáticas. Concentraremos então em avaliar a eficácia deste método em sala de aula e nos aspectos que possam ser aprimorados tornando esta ferramenta mais adequada para que seus objetivos sejam plenamente atingidos.



PAINEL 2.1 - TEORIAS DA VISÃO E SEUS OBJETOS DE ESTUDOS

Kátia Maria Nascimento Tolêdo

Cecimig (Centro de estudo de Ciências de Minas Gerais)

End.: Rua dos Aimorés, 480, apto 72 Edifício Panambi, Bairro Jardim Santa Genebra - Campinas - S.P Cep: 13087-030

INTRODUÇÃO:

O estudo da óptica é muito antigo. Nunca deixou de ser contemporâneo. Muitos autores, filósofos e cientistas se debruçaram e se debruçam diante dessa ciência e de seu campo de investigação. A literatura muito se interessa por questões que remetem a seu entendimento e por sua fecundidade em metáforas.

Desde PLATÃO, que demarca o nascimento da filosofia como forma de conhecimento, e mesmo antes dele, várias teorias foram elaboradas para a compreensão de como se forma a imagem que enxergamos.

A história da óptica percorreu um longo caminho. Um caminho “alternado”, em que ora o olho tem um papel de “iluminar”, ora é apenas “receptor” de raios luminosos, ora as duas formas de abordagem se encontram.

Sempre houve interesse pelo ato de enxergar.

Para o problema fundamental de como explicar o mecanismo pelo qual se produz o fenômeno da visão, existe uma premissa comum em várias teorias - a necessidade de que existe uma forma de contato entre o objeto visível e o órgão visual. Pode-se classificar, de acordo com a concepção das formas de contato, três teorias mais genéricas. São elas:

- o objeto deve enviar sua imagem ou raio através de um espaço intermediário, em direção ao olho. Essa idéia era adotada pelos atomistas e materialistas. Chamada de “*intromissão*”.

- o olho envia o raio ou potência visual até o objeto, teoria conhecida de *centrifuga* ou de “*extramissão*”. Estudada é defendida pelos matemáticos.

- e uma teoria intermediária entre essas duas; em que existe um compromisso entre a união de raios do olho e do meio. Teoria defendida por PLATÃO e utilizada, com algumas modificações, por outros filósofos.

DESENVOLVIMENTO:

Quando, numa tentativa de resgatar as teorias da visão, os comentadores as desvinculam de um contexto histórico, à medida que não se atentam às mudanças ocorridas nos objetos de estudo. SIMON (1976) propõe uma forma de analisar o objeto de estudo da Óptica comentando teorias dos antigos: gregos e árabes.

Segundo SIMON(1988), essas teorias, sofreram mudanças, não só na concepção geral da teoria que explica o ato de ver, mas também no conceito de entidades que explicam a teoria que explica o ato de ver.

PLATÃO, no *Timeu*, nos ensina como podemos enxergar um objeto. Para PLATÃO, enxergamos porque a luz proveniente dos objetos encontra-se com a luz proveniente de nossos olhos. A partir do encontro dessas luzes podemos ver os objetos.

“(...) Dentre todos os instrumentos, conformaram primeiramente os olhos, portadores de luz, e implantaram-nos no rosto, aproximadamente pela seguinte razão. Esta espécie de fogo, que não é capaz de queimar mas apenas de fornecer suave iluminação, adequaram-no por sua arte ao corpo apropriado. Para este efeito, fizeram de modo que o fogo puro que reside dentro de nós, e que é irmão do fogo exterior, se escoasse através dos olhos de maneira sutil e contínua. (...) Assim que a luz do dia envolver essa corrente de visão o *semelhante* encontra o *semelhante*, funde-se com ele num todo e forma-se, segundo o eixo do olhar, um só corpo homogêneo. Onde quer que se apoie o fogo que jorra do interior dos olhos, encontra e choça-se com o que provém dos objetos exteriores. Forma-se assim um conjunto que tem propriedades uniformes em todas as suas partes graças à sua semelhança. E se este conjunto vier a tocar algum objeto, ou se for tocado, transmite estes movimentos através de todo o corpo até a alma e nos traz esta sensação graças à qual dizemos que enxergamos.” (PLATÃO: Timeu - 45)

PLATÃO também trabalha o olhar na “República”. A alma não vê o belo, sem ser bela. A luz não é apenas responsável pela visão. Ela interage com o semelhante numa relação “erótica”, pois para Platão o universo só existe, quando existe contato.

Além de PLATÃO elaborar e resgatar a partir de outros autores um universo organizado que permita e necessite de tratar a teoria da visão com o princípio de que o semelhante atraia o semelhante, também dentro deste universo a concepção de espaço é outra diferente do espaço cartesiano que conhecemos.

O espaço platônico é definido pela “Cora”, um lugar cultivado, um recipiente que acolhe toda geração. Assim, o ato de ver ocorre num espaço fértil, onde o semelhante é afim com o semelhante.

Quando, enquanto professores optamos por trabalhar dentro de uma Física contextualizada priorizando a evolução de conceitos, e dialogando com autores importantes na evolução de um conceito e/ou teoria não podemos nos esquecer de que esses se inserem num tempo diferente (e também num espaço diferente - vide “Cora”).

O objeto de estudo se modifica ao longo dos tempos e não podemos nos esquecer das nuances em torno de cada objeto de estudo.

Os professores que se preocupam com História da Ciência, não podem se abster de “um diálogo com os antigos” e de perguntar a eles o que pretendiam quando, “inocentemente”, formularam alguma teoria.

Os livros de Física que têm essa vertente histórica também não dialogam com suas fontes. É papel dos professores se deslocarem em direção aos autores de teorias, junto com seus alunos, afim de problematizar dentro de uma outra postura, mais sincronizada com o objeto de estudo em questão, que com o tempo foi sofrendo alterações significativas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. COSTA, A . & BRUSATIN, M.: Visão, Enciclopédia Enaudi, vol. 25, Dir. Ruggiero Romano, Trad. Maria Bragança, Imprensa Nacional - Casa da moeda, 1992.
2. CORNFORD: Before and after Socrate, At the university press, Cambridge, USA, 1960.
3. CROMBIE, A . C.: Science, Optics and Music in medieval and early modern thought, The Hambleton Press, Londres, 1990.
4. GILSON, Etienne: A filosofia na idade média, Trad. Eduardo Brandão, Martins Fontes, São Paulo, 1995.
5. GROSSETESTE, Roberto: Optica, Trad. Celina A . Lértora Mendoza, Ediciones del Rey, Buenos Aires, 1985.
6. HALL, Rupert A: A revolução na ciência-1500-1750.Trad. Maria Teresa Lauro Pérez. Lisboa, Edições 70, 1983.
7. KOYRÉ, Alexandre: Estudos de História do pensamento científico, Trad. Márcio Ramalho, 2^a ed. Rio de Janeiro, Ed. Forense Universitária, 1991.
8. LINDBERG, David C.: Theories of vision from Al-Kindi to Kepler. Allen
9. G. Debus Editor, The University of Chicago Press Ltda, London, 1976.
10. NEWTON, Isaac: Óptica, Trad. André Koch Torres Assis, Edusp, São paulo, 1996.
11. PLATÃO: Timeu e Crítias ou A Atlântida, Trad. Norberto de Paula Lima, Hemus Editora Ltda, São Paulo.
12. PLATÃO: A República - Livro VII, Trad. Leonel Vallandro, Editora Globo S.A.
13. RONCHI, Vasco: Optics- The science of vision, New York University Press, Trad. Edward Rosen, New York, 1957.
14. SIMON, Gérard: Le regard, l'être et l'apparence dans l'Optique de l'Anciuité, Editions du Seuil, Paris, 1988.

PAINEL 2.2 – APRENDIZAGEM DA LINGUAGEM CIENTÍFICA ATRAVÉS DA HISTÓRIA DO CONCEITO DE CAMPO ELETROMAGNÉTICO

Luciana Martins Pereira de Araújo e Amélia Império Hamburger
Instituto de Física - Universidade de São Paulo - SP
E-mail: waltlue@ssa.zaz.com.br

1- Introdução:

Este trabalho é parte da dissertação de Mestrado em Física - Modalidade Ensino de Física da Universidade de São Paulo. Nos preocuparemos em demonstrar o contexto referente aos resultados do trabalho de pesquisa com os estudantes do Curso de Licenciatura da Universidade de São Paulo, mostrando as várias concepções que o conceito de campo eletromagnético assume na expressão da linguagem por esses alunos. O estudo do conceito de campo eletromagnético nos propiciou uma retomada da sua formação histórica e que consequências foram estabelecidas para o Ensino de Física atualmente, quando olhamos para a linguagem utilizada por esses "futuros professores".

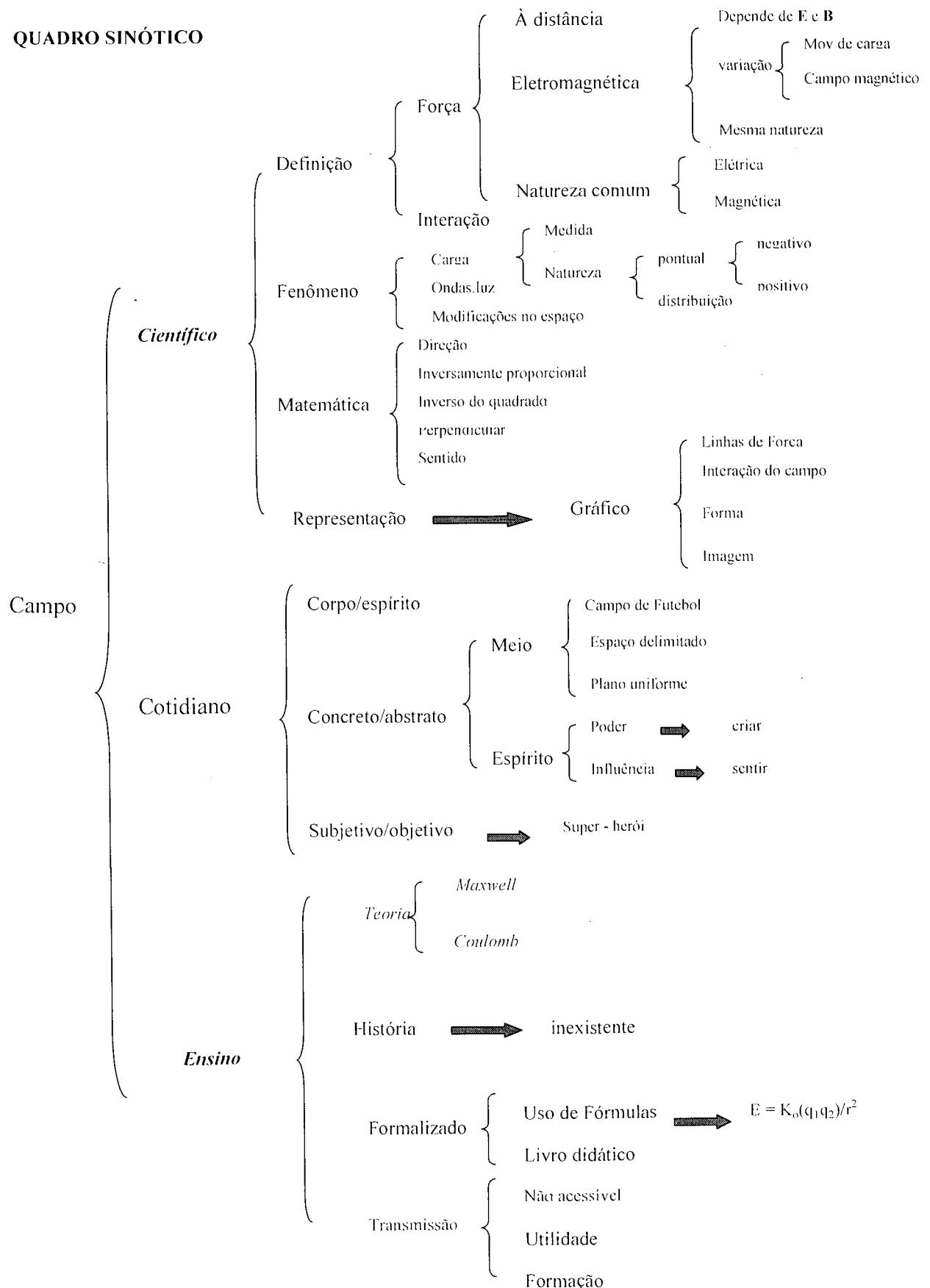
2- Metodologia

Para consolidarmos esse trabalho realizamos um questionário com nove (9) questões que estão dispostas segundo as seguintes dimensões: a Formalização Matemática, a Conceitual e a Histórica. Essas dimensões nasceram da necessidade de demonstrar o caráter dinâmico que a formação de um conceito deve adquirir. Este questionário foi aplicados aos estudantes do Curso de Licenciatura da Universidade de São Paulo- USP, perfazendo um total de 20 alunos; destes 20, 14 alunos responderam a este instrumento. Representando um percentual de 70% da amostra delimitada.

Como metodologia de análise dos dados em questão nos utilizamos o que denominamos de Quadro Sinótico, refere-se a um olhar refinado sobre as respostas encontradas. O Quadro Sinótico foi construído levando em consideração todas as categorias de respostas, isto é, não houve de antemão qualquer comparação com os dados científicos, ou seja, não estamos preocupados em julgar se a resposta dada estava certa ou errada. Apenas constatamos o que advinha de cada questão como resposta.

3- Resultados:

QUADRO SINÓTICO



2- Considerações finais:

O uso do Quadro Sinótico nos proporcionou um reconhecimento de modo geral das concepções que estão intimamente ligadas ao conceito de campo eletromagnético. Este trabalho nos parece como uma "fotografia" ampliada de um grupo de dados que retrata com grande riqueza os vários significados que a linguagem possui para descrever um conceito.

Para tanto também usamos como parâmetro de análise as teorias de Henry Wallon e L.S. Vygotsky, pois percebemos a necessidade de fazer uma relação com as concepções que estes autores assumem quanto à formação do conhecimento humano.

O conhecimento segundo Vygotsky é resultado da mediação entre o mundo cultural e o indivíduo. Ele estabelece-se na interação do ser humano com o mundo social, portanto o universo simbólico é construído a partir de uma interpretação do mundo real. Para Wallon é importante na construção do conhecimento a relação do indivíduo emocional, essa inter-relação é adquirida no momento que há uma comunicação entre os indivíduos.

Como consequência para o Ensino temos principalmente a necessidade de se estudar como as várias concepções que os alunos possuem interferem de modo significativo na aprendizagem de um conceito, isto é, como convivem as concepções científicas e as espontâneas no universo do aluno. Quanto ao papel da história, ela é um veículo de análise dos passos dados na consolidação dos conceitos atualmente usados e também propicia uma retomada das concepções originais que formaram as bases conceituais dos vários estudos na Física. Dentro dessa perspectiva Vygotsky chama atenção para o papel do professor dentro do ambiente escolar como um mediador entre o mundo real e o conhecimento acumulado historicamente e socialmente na construção do conhecimento científico.

3- **Bibliografia:**

1. **Vygotsky, Lev Semenovich** – Pensamento e Linguagem – Tradução de Jefferson Luiz Camargo; Revisão Técnica José Cipolla, São Paulo, Martins Fontes, 1983.
2. **Wallon, Henry** – Do Acto ao Pensamento – Ensaio de Psicologia Comparada – Editora Portugáli.
3. **Dantas, Pedro da S.** – Para conhecer Wallon – Uma psicologia dialética – Editora Brasiliense, 1983.
4. **Hamburger, Amélia Império** – “Epistemologia da Física para a formação de Professores”, Suplemento Ciência e Cultura, vol. 37,n.7,p.205, 1985 – Publicações IFUSP/ p. 789, SP.
5. **Bernal, J. D.** – Ciência na História – Volume III e IV, Editora: Livros Horizonte, 1969.
6. **André, Marli Eliza Dalmazo Afonso de** – Etnografia da Prática Escolar – Campinas, São Paulo: Papirus, 1995.
7. **Berkson, William** – Las Teorías de Los Campos de Fuerza – Desde Faraday hasta Einstein – Alianza Universidad, 1985.

PAJNEL 2.3 - ATIVIDADE PRÁTICA E FUNCIONAMENTO DE TEXTOS ORIGINAIS DE CIENTISTAS NA 8^A SÉRIE DO ENSINO FUNDAMENTAL

Erika Regina Mozena¹ e Maria José P. M. de Almeida²

¹Iniciação Científica/FAPESP - gepCE, FE-Unicamp. Rua José Ramos Catarino, 135 - Parque Tropical - CEP 13060-530 - Campinas, SP
emozena@lei.ifil.unicamp.br

²gepCE, FE-Unicamp. Cx.P. 6120 - CEP 13081-970 - Campinas, SP. mjpm@turing.unicamp.br

Introdução

Na interação do homem com a natureza e com outros homens, a linguagem falada e escrita desempenha papel fundamental. Sua produção através de sinais (signos) é um processo complexo que associa acústica (referentes) com conceitos (significados). Na atividade psicológica os signos são mediadores nas relações do homem com o mundo. Eles representam a realidade e podem referir-se a elementos não presentes nessa realidade. Dessa forma as relações mediadas por signos não são diretas; Almeida (1995).

O homem também constrói metalinguagens para falar sobre a linguagem e produzir sistemas de significados característicos dos diferentes campos de conhecimento. Muitas dessas metalinguagens empregam a linguagem comum, mas a física atual usa símbolos (signos) abstratos para produzir e divulgar seu conhecimento. Essa linguagem formal, ou linguagem matemática da física, é considerada por um grande número daqueles que tentam internalizar os saberes por ela produzidos, como um dos principais obstáculos. É bastante comum que as dificuldades não sejam efetivamente enfrentadas através de ações que facilitem a internalização. Ao invés disso, principalmente no âmbito escolar, estabelecem-se relações simuladas, em que predominam ações mecânicas, nas quais o estudante serve-se dos símbolos, sem compreender o seu significado.

Trabalhos já realizados

Em trabalhos anteriores (Mozena & Almeida), nos inteiramos de algumas implicações do uso de textos em linguagem comum na 8^a série do ensino fundamental. No projeto “Linguagem Comum e Linguagem Formal no Ensino do Conhecimento de Física” foi desenvolvida uma série de 13 aulas sobre o tema “Luz e Outras Formas de Radiação Eletromagnética”, com um conjunto de textos em linguagem comum, vídeos e aulas expositivas. A partir dessas aulas, durante o trabalho com textos em linguagem comum, utilizando questionários, foi coletado material escrito por alunos da 8^a série do 1º grau.¹

Através da análise desse material verificamos a necessidade da escolha adequada dos textos, pois muitas vezes podem levar o aluno a generalizações indesejáveis; a necessidade de cobranças diferenciadas do

esquema certo-errado comumente adotados nas escolas, pois um mesmo texto admite diversas leituras, assim como verificamos a importância da construção da história de leitura dos alunos, contribuindo para uma visão mais global do conhecimento produzido pela física.

Proposta deste trabalho

Verificando, durante a análise desse trabalho anterior, a excessiva caracterização da luz pelo seu modelo corpuscular por parte dos alunos e acreditando na importância de se inserir no ensino de física como a ciência se faz, Pessoa (1996), propomos neste trabalho a elaboração, aplicação e análise do funcionamento, em aulas da 8^a série do ensino fundamental, de um instrumento composto de texto original de cientista e atividade prática, o qual envolva os modelos ondulatório e corpuscular para a luz e as divergências entre os cientistas Christiaan Huygens e Isaac Newton.

Os textos originais de cientistas

Escolhemos dois trechos pequenos dos originais traduzidos de Huygens (1986) e Newton (1996).

A Atividade prática

Tendo sido o experimento de duas fendas de Young (realizada entre 1800-1804) um dos primeiros a questionar a teoria corpuscular de Newton então comumente aceita, elaboramos uma atividade prática a qual seria uma versão mais moderna deste fenômeno: o experimento com duas fendas utilizando uma ponteira laser.

Procedimentos para a obtenção de informações

Após a elaboração da atividade prática e escolha dos textos originais e posterior planejamento de um conjunto de três aulas sobre o modelo corpuscular e ondulatório para a luz, aplicamos essas aulas em duas escolas de Campinas, nas quais coletamos material escrito dos alunos assim como filmamos em vídeo todo o desenrolar da aplicação do projeto.

Referencias teóricos

Pautamos nosso trabalho na leitura de Orlandi (1994) e utilizamos uma visão de ciência baseada em ciência normal, crise e revolução como pensado por Kuhn (1977).

Primeiras impressões

A partir da aplicação das aulas e do contato com os alunos, as primeiras impressões levam a acreditar num trabalho significativo do ponto de vista da internalização do conhecimento de física pelos alunos, atentando para o fato de que a leitura de textos originais provavelmente é mais aproveitada pelos estudantes, quando estes têm alguma história de leitura formada sobre o assunto de que o original trata.

No XIII SNEF, apresentaremos todos os resultados obtidos.

¹Projeto “Mediação do Conteúdo Físico: Relações entre o funcionamento de textos e representações dos professores” coordenado por Maria José P. M. de Almeida, com apoio do CNPq. As aulas referentes ao projeto foram desenvolvidas pela professora Sandra Fátima Carrara.

Referências Bibliográficas

1. Almeida, M.J.P.M. (1992) Ensino de Física: Para Repensar algumas concepções. **Cad.Cat Ens. Fís.** 9 (1), pp. 20-26.
2. _____ (1995). Mediation by texts and teachers's representations in physics education. In Carlos Bernardini et al. **Thinking Physics for Teaching**, New York: Plenum Press.
3. _____ (1996) A Luz: Enfoque no Ensino Médio e Representações. **Pro-Posições**, vol. 7, nº 1[19], 34-39.
4. Almeida, M.J.P.M. e Ricon, A. E. (1993) Divulgação científica e texto literário - uma perspectiva cultural em aulas de física. **Cad.Cat.Ens.Fís.**, vol.10, nº1:pp. 7-13.
5. Braun, L.F.M.; Braun, T. (1994). A montagem de Young no estudo da interferência, difração e coerência de fontes luminosas. **Cad.Cat.Ens.Fís.**, v.11, nº 3: pp. 184-195.
6. Carvalho, A.M.P. (1996) O uso do vídeo na tomada de dados: pesquisando o desenvolvimento do ensino em sala de aula. **Pro-Posições** vol 7, nº 1, pp.5-13.
7. Castro, R. S. e Carvalho, A.M.P. (1992) História da ciência: investigando como usá-la num curso de segundo grau. **Cad.Cat.Ens.Fís.**, vol.9, nº3, pp.225-237.
8. Einstein,A. Infeld,L (1988).A evolução da física, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., pp.81-103.
9. Gerald, J.W. (1984) Prática da leitura de textos nas escolas. **Leitura, Teoria e Prática**, nº3, pp. 25-33.
10. Guesne, E. (1989) La luz, In R. Driver; E. Guesne; A. Tiberghien, **Ideas científicas en la infancia y la adolescencia**. Madrid: Ediciones Morata .S.A. , pp. 31-91.
11. Huygens, C. (1986) Tratados Sobre a Luz. Tradução: Roberto Martins. **Cad.His.Fil.Cie.**, suplemento.

12. Kuhn, T.S. (1977) A função do dogma na investigação científica. In de Deus, .D. **A crítica da ciência**. Rio de Janeiro : Zahar Editores, pp. 51-80.
13. Mozena, E.R. Almeida, M.J.P.M. (1998). Leituras em Linguagem Comum no Ensino do Conhecimento de Física. **Caderno de Resumos do VI EPEF**, Florianópolis, pp..254-256.
14. Newton, I (1996) **Óptica** tradução Assis, A.K. São Paulo; Edusp.
15. Orlandi, E.P. (1984) As histórias das leituras. **Leitura, Teoria e Prática** nº3, pp.7-9.
16. _____(1988) Discurso e leitura. São Paulo: Cortez.
17. Pessoa, Osvaldo (1996) Quando a abordagem histórica deve ser usada no ensino de ciências? **Ciência & Ensino** jornal semestral do grupo gepCE - FE, Unicamp, nº 1 pp. 4-6.
18. Ricon, A. E e Almeida, M.J.P.M. (1991) Ensino de física e leitura. **Leitura, teoria e prática**, ano 10 nº 18: pp. 7-16.

PAINEL 2.4 - HISTÓRIA DA CIÊNCIA NO ENSINO MÉDIO: NECESSIDADE DE MUDANÇA

Andreia Guerra¹; Jairo Freitas²; José Claudio Reis³ e Marco Antonio Braga⁴
¹COPPE/UFRJ – TEKNÉ; ²FIOCRUZ – TEKNÉ; ³COPPE/UFRJ – TEKNÉ; ⁴CEFET-RJ - TEKNÉ

Estamos hoje sob a iminência de indicativos de grandes mudanças no ensino de segundo grau, que passa a ser denominado ensino médio. O grande conceito das novas diretrizes é a “interdisciplinaridade”. Sem querer entrar numa polêmica sobre a forma como mais uma vez chegam as mudanças na escola sobre a “cabeça” do professor, gostaríamos de analisar como tal conceito pode ser incorporado à prática do ensino de física.

O ensino de física, não a sua pesquisa, tem se caracterizado pelo formalismo matemático desprovido de significado. Ele resume-se a uma seqüência ordenada de maneira supostamente didática, a partir de uma visão de ciência muito bem definida. A física é vista como um conhecimento desprovido de qualquer metafísica ou de necessidade de justificação de suas práticas, visto que seus “sucessos” a imputam o caráter de verdade inquestionável.

Diante da apresentação de uma ciência neutra, “limpa” de conflitos, de incertezas e diante de tantos cientistas geniais resta pouco para os alunos se não contemplá-la ou odiá-la. Nas duas posturas, temos um distanciamento dos estudantes em relação à Física. Não terá valor para nenhum tipo de estudante aprender um emaranhado de conceitos e teorias físicas que não lhes ajudará a compreender e interferir no mundo que lhes rodeia.

Para mudar essa situação, devemos possibilitar aos alunos o entendimento da Física como um conhecimento construído historicamente por homens que estavam inseridos num contexto sócio-cultural. Por isso não podemos ver o desenvolvimento da Física fora do contexto histórico, continuando a privilegiar a organização meramente didática dos conteúdos, mantendo com isso um ensino “pasteurizado”.

Aqui vale ressaltar que o ensino de física desprovido de sua história é também fruto de um apagamento proposital de sua metafísica, herança do projeto laplaciano-iluminista de crença incondicional no conhecimento científico. Tal projeto foi incorporado aos currículos de física ainda no início do século XIX e perdura até hoje. Não cabe aqui aprofundar como se deu todo esse processo, pois a extensão do trabalho não permite.

A introdução de uma abordagem histórico-filosófica para o ensino de física possibilitará ao estudante tomar contato com um conhecimento que ele deve entender e incorporar como uma ferramenta para compreender o mundo. Tal afirmação se reverte cada vez mais de um significado profundo, visto vivermos em uma sociedade onde a ciência exerce papel de destaque enquanto força de transformação social. Só que as transformações por ela implementadas devem passar pela análise crítica do cidadãos que irão sofrer suas consequências.

A introdução da história da ciência no ensino de física deverá ter a finalidade de ampliar a visão da ciência como mais um elemento que contribui para o desenvolvimento histórico. É importante chamar a atenção para o fato de que não estamos propondo substituir o ensino da Física pelo de sua história, mas temos clareza de que não tem nenhum valor ensinar Física sem uma abordagem histórico-filosófica.

Outro aspecto que gostaríamos de enfatizar é que ao ser apresentado à história do conceito que vai trabalhar os estudantes têm mais facilidade de compreender tal conceito. Além disto, eles conseguirão identificar quais são os principais aspectos das teorias que estudaram. Desta forma, estarão mais aptos a construir um conhecimento orgânico que lhes possibilite melhor compreensão do mundo.

Retomando a questão da interdisciplinaridade, a qual nos referimos anteriormente, pode-se dizer que várias são as formas de abordar esse assunto. Entendemos que a melhor forma de implementar uma prática interdisciplinar é através de uma análise de como os diferentes conhecimentos, científicos ou não, foram e são construídos ao longo da história. Todos os conteúdos podem ser estudados a partir de uma abordagem histórico-filosófica, uma vez todos têm uma história.

Essa forma de abordar a interdisciplinaridade é mais adequada pois os estudantes poderão conhecer os processos de construção histórica dos diferentes domínios do conhecimento. Perceberão, também, as

diferenças metodológicas entre cada campo do conhecimento, aprendendo a não privilegiar uma em detrimento das outras, visto que nenhuma forma de interpretar o mundo possuiu a verdade última sobre a natureza.

Nesse sentido, apresentaremos algumas práticas pedagógicas que vêm sendo desenvolvida pelo grupo em diferentes escolas do Rio de Janeiro. Em tais práticas, temos trabalhado com temas pouco comuns como: as relações entre ciência e arte, ciência e literatura. Isso se deve ao fato de que o aparente inusitado dessas relações ajuda nossa proposta de apresentar a ciência como uma ferramenta que possa efetivamente ajudar a compreender o mundo sobre todos os seus aspectos.

PAINEL 2.5 - A NATUREZA DA CIÊNCIA EM EPISÓDIOS DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA: ANÁLISE DE NARRATIVAS

Ruth Marina L. Ribeiro¹ e Isabel Martins²

¹UFMG/ FAE; E-mail: ruth@coltec.ufmg.br; ²UFMG/CECIMIG; E-mail: isabel@coltec.com.br

Justificativa:

Este trabalho é parte de uma pesquisa maior que pretende discutir as possibilidades de ensinar sobre Natureza da Ciência através da análise de narrativas envolvendo episódios da História da Ciência presentes em recursos paradidáticos, freqüentemente na forma de textos para leitura.

Acreditamos que discussões dessa natureza são fundamentais para a formação do cidadão, uma vez que contribuem não só para o rompimento da fragmentação do currículo como também favorecem a compreensão dos processos da ciência, tornando a ciência escolar mais significativa. É desejável que em sua formação, o indivíduo compreenda como a ciência evolui e se desenvolve e tenha consciência de que este desenvolvimento não é linear, ou seja, tem idas e vindas. Aprender ciência é também ter um conhecimento ainda que mínimo, das questões envolvidas no fazer ciência. E nesse sentido, a História da Ciência tem muito a contribuir.

Segundo Solomon (1995), podemos citar, entre outros, os seguintes benefícios possíveis com o ensino de ciências através de sua História: melhor aprendizagem dos conceitos; aumento do interesse e da motivação; introdução à filosofia da ciência; compreensão das relações sociais da ciência.

- A visão das narrativas:

É importante reconhecer as várias possibilidades apontadas pela literatura para que possamos aproveitar os elementos que nos possam ser úteis, auxiliando na adaptação das diversas técnicas disponíveis para o contexto do nosso estudo.

Nossa análise visa, portanto, proporcionar um melhor entendimento dessas narrativas, possibilitando uma visão mais ampla de seu potencial para o ensino de ciências, contribuindo para a percepção de tais textos como veículos de conteúdo, indo além da dimensão meramente informativa. Fundamentamos nossas análises recorrendo a discussões sobre a análise de narrativas provenientes de várias disciplinas, entre elas a antropologia, a psicologia, os estudos culturais e o ensino de ciências.

A diferença entre crônica - relato de uma seqüência de eventos - e história - eventos trabalhados para constituir uma narrativa explanatória, é apresentada por Hayden White, numa discussão sobre narrativas autobiográficas. No nosso caso, estamos interessados nas versões sobre História da Ciência relatadas nos materiais paradidáticos e a possibilidade de, a partir delas, construirmos explicações, transcendendo o caráter meramente informativo de uma seqüência de eventos através de uma discussão da lógica que os estrutura.

Desejamos também levar em consideração a experiência anterior, o conhecimento organizado e as expectativas sobre o mundo e seus eventos, tanto do narrador como do ouvinte. Aqui, modelos psicológicos como os “scripts” - “estruturas de conhecimento que descrevem eventos rotineiros, pré-determinando seqüências de ações que definem uma situação” (Schank, 1975, segundo Cortazzi, 1990), podem ajudar a compreender o papel de falhas de expectativas ou como a apresentação de situações não intuitivas cria uma diferença que exige explicação, por exemplo na forma de uma estória, isto é, um conjunto de ações coordenadas que fazem sentido num dado contexto.

A preservação e a difusão da cultura produzida por determinado povo, são características enfatizadas pela antropologia como uma das possíveis funções das narrativas, o que também é verdade no meio científico: as narrativas divulgam e preservam a cultura (científica), refletindo sua linguagem, valores, crenças, visão de mundo.

Estudos recentes sobre explicações (Ogborn, Kress, Martins e McGillicuddy, 1996), propõem que é possível pensá-las como sendo estórias nas quais atores desempenham seus papéis. O papel das narrativas também discutido como recurso para transformar, re-contextualizar o conhecimento, isto é, adaptá-lo às necessidades e características de diferentes audiências com diferentes interesses e necessidades de informação.

Há ainda discussões sobre a relação entre a veracidade dos fatos narrados e a lógica que garante a coerência interna da narrativa. No caso das narrativas sobre História da Ciência encontradas em alguns livros didáticos, é comum encontrarmos a descrição de fatos cuja veracidade é no mínimo duvidosa, como o caso de Newton com a queda da maçã. Bruner (1986), aponta um caminho interessante ao sugerir que o poder de

convencimento das narrativas é devido, em grande parte, à sua coerência, sua estrutura cronológica, sua verossimilhança, ainda que a veracidade dos fatos que elas descrevem seja questionável. Estamos interessados também na possibilidade de que as narrativas criam no leitor/ouvinte uma expectativa por um desfecho, despertando seu interesse pelo “final da estória”, o que não acontece com os argumentos científicos.

Descrição do Trabalho:

Neste trabalho analisamos narrativas extraídas de materiais paradidáticos de dois pontos de vista: um, descrito acima, é o das narrativas. O outro, é o da Natureza da Ciência, segundo o qual, buscamos, nestes materiais, a descrição e a discussão de aspectos relacionados à mesma, em geral identificados na literatura (Alters, 1997; Driver, 1996).

Para o contexto deste trabalho, estamos entendendo como materiais paradidáticos, não apenas os livros dessa natureza publicados pelas diversas editoras, mas também pequenos fragmentos, capítulos por exemplo, extraídos de livros de divulgação científica, que em sala de aula podem adquirir esta função (paradidática), cuja característica básica é, além de buscar o aprofundamento de questões/assuntos tratados nos materiais didáticos, também ampliar o conteúdo destes, incluindo discussões não apresentadas nos mesmos.

Nossa opção pelos paradidáticos, deve-se, em parte, ao fato de que semelhante análise em livros didáticos, revelou-se bastante pobre, no sentido de que o material disponível nestes livros quase nada revela sobre a Natureza da Ciência, ou o faz de modo bastante superficial. Acreditamos que com os paradidáticos isso seja diferente devido às suas características.

Além disso, as escolas da rede pública recebem anualmente verba do FNDE (Fundo Nacional para o Desenvolvimento da Educação), a qual deve necessariamente ser destinada para aquisição de material permanente para as escolas, incluindo-se aí livros para completar o acervo das bibliotecas escolares. Dessa maneira, é possível viabilizar o trabalho com este tipo de material nas escolas que assim o desejarem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Alters, Brian J. Whose nature of science? In: *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 34, nº 1, pp 39-55, 1997.
2. Bruner, Jerome. *Acts of Meaning*. Cambridge, Massachussets: Harvard University Press, 1990.
3. Cortazzi, Martin. *Narrative Analysis*. London: The Falmer Press, 1993.
4. Driver, R.; Leach, J.; Millar, R.; Scott, P. *Young People's Images of Science*. London: Open University Press, 1996.
5. Edwards, Derek. *Discourse and Cognition*. London: Sage, 1997.
6. Vilares Ganco, Cândida. *Como Analisar Narrativas*. 4^a ed. S. Paulo: Ed. Ática, 1997.
7. Ogborn, Jon et alii. *Explaining Science in the Classroom*. London: Open University Press, 1996.
8. Solomon, Joan. Teaching about the Nature of Science through History in: Jennison, B.; Ogborn, Jon (Ed.). *Wonder and Delight: essays in science education in honour of the life and work of Eric Rogers*. London: Institute of Physics Publishing, 1995. cap. 3, p. 30-42.

PAINEL 2.6 - É POSSÍVEL LEVAR A FÍSICA QUÂNTICA PARA O ENSINO MÉDIO?*

Alexandre Custódio Pinto / IFUSP¹ e João Zanetic / IFUSP²

¹Aluno de graduação do IFUSP e bolsista PIBIC/CNPq - e-mail:alecustodio@eudoramail.com

²Professor do Instituto de Física - IFUSP

Com o objetivo de contribuir para a reflexão sobre a busca de uma “*identidade para o ensino de Física*” elaboramos este trabalho que apresenta algumas atividades que desenvolvemos para a verificação da possibilidade de inserção da Física Quântica no ensino médio. Nossa trabalho apresenta uma experiência educacional, desenvolvida em uma escola da rede pública de ensino, que nos permitiu identificar algumas das principais dificuldades relacionadas à introdução da Física Quântica no ensino médio.

Dentre as dificuldades encontradas, destacamos: a dificuldade de leitura dos estudantes do ensino médio e a falta de material didático apropriado. Faz-se necessário (re)elaborar textos com uma linguagem adequada a esta realidade, não só para a introdução da Física Quântica mas para todas as disciplinas do Ensino médio; a importância de enfatizar a atividade experimental para o confronto com o conhecimento teórico, ligando o empírico ao racional sem uma sobrevalorização de uma única forma de abordar o conceito; a (re)valorização do formalismo da Física e da descrição matemática. Percebemos a necessidade de enfatizar também a importância fundamental da descrição matemática para a Física, dando a ela seu verdadeiro significado, sem contudo aceitar o formalismo tradicionalmente presente na Física do Ensino médio; e a necessidade de atingir através de atividades diversificadas aqueles alunos que não se interessavam pela Física quando seu ensino exclui o aspecto cultural.

A noção de Perfil Epistemológico, de Gaston Bachelard, é utilizada como referencial filosófico (Animismo, Realismo, Racionalismo, Racionalismo Completo e Racionalismo Discursivo) e como um instrumento pedagógico, permitindo integrar diferentes percepções para um mesmo conceito físico. Desenvolvemos um instrumento (teste) que permitiu esboçar o perfil epistemológico do alunos envolvidos com o projeto.

Além de propiciar o estudo de conceitos da Física moderna, a experiência permitiu que os alunos interagissem com uma Física associada a outras formas da produção cultural contemporânea.

O esboço do perfil epistemológico, mais do que desvelar a presença de diferentes concepções filosóficas, permitiu apresentar aos alunos um referencial histórico e filosófico como suporte para as novas concepções da natureza, trabalhando o conflito conceitual entre as concepções espontâneas e as diversas interpretações do formalismo presente nas Físicas Clássica e Moderna.

Diferentes formas de expressão humana como a literatura, a arte, a música e a pintura compõem uma estratégia de ensino que permite apresentar a Física como cultura, procurando despertar o interesse de um número maior de estudantes. A História e a Filosofia da Ciência são os eixos principais desta nova estratégia de ensino: objetivando a constituição de competências e habilidades que permitam aos alunos compreender a Física como construção humana, entendendo como ela se desenvolveu por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas; relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade; procurando ressaltar diferentes procedimentos metodológicos, mudanças conceituais, novas interpretações de velhos resultados, crenças e dúvidas, consequências filosóficas e sociais e os principais personagens envolvidos; e abordando o estudo de alguns textos elaborados pelos físicos fundadores da Mecânica Quântica, dando atenção especial aos textos onde eles mostram preocupações históricas, epistemológicas e de divulgação. Particularmente os trabalhos de Bohr, Einstein, Heisenberg e Gamow.

Além da experiência educacional indicamos, neste trabalho, o conteúdo que pretendemos abordar no material didático que estamos elaborando para a capacitação de professores do ensino médio, com o intuito de recebermos críticas e sugestões: sobre o nascimento da Física Quântica: os antecedentes históricos; a radiação do corpo negro; o artigo de Planck de 1900 e a lei de Planck da radiação; sobre as propriedades corpusculares da radiação: o efeito fotoelétrico; a noção de quantum; a teoria quântica de Einstein para o efeito fotoelétrico de 1905 e a dupla personalidade da radiação; sobre as propriedades ondulatórias das partículas: os postulados de De Broglie; as ondas de matéria; a dualidade onda-partícula e o princípio da incerteza de Heisenberg; sobre a filosofia da Mecânica Quântica: a interpretação de Copenhague (Bohr e Heisenberg) e os pontos de vista diferentes (Einstein e De Broglie).

* Projeto de iniciação científica financiado pelo CNPq

Referências Bibliográficas

1. BACHELARD, G. (1972) **A Filosofia do não** (Filosofia do Novo Espírito Científico - Título da tradução portuguesa); Editorial Presença, Lisboa.
2. BACHELARD, G. (1978) **O novo espírito científico**. Coleção os pensadores, Abril Cultural, Rio de Janeiro.
3. BACHELARD, G. (1996) **A formação do Espírito Científico**. Trad. E. S. Abreu. Ed. Contraponto, Rio de Janeiro.
4. BARBOSA LIMA, L.C. & LINS DE BARROS, M. (1996) **Calor e Temperatura à Luz de Bachelard**, Caderno de Resumos do V EPEF: 7, Águas de Lindóia, São Paulo.
5. DION, S. N. (1998) **O diálogo com documentos originais da ciéncia em sala de aula: uma proposta**, tese de doutoramento em ensino de Física, Faculdade de Educação, USP, São Paulo.
6. FAGUNDES, M. B. (1997) **Ensinando a dualidade onda-partícula sob uma nova óptica**, Dissertação de Mestrado FEUSP/IFUSP, São Paulo.
7. FREIRE Jr., O. (1990) **Estudo Sobre interpretações da Teoria Quântica (1927 - 1949) Epistemologia e Física**, Dissertação de Mestrado FEUSP/IFUSP, São Paulo.
8. FREIRE Jr., O.(1995) et al - **Introducing Quantum Physics in Secondary School**, Proceedings of Third International History, Philosophy and Science Teaching Conference, Minneapolis, Vol. 1, 412-419.
9. MORTIMER, E. F. (1995) **Conceptual Change or Conceptual Profile Change?**, Science & Education, 4(3), 267-285.
10. PESSOA, O. J.(1996) **Introdução conceitual à Física Quântica**, Notas de aula de um curso de 30 horas dado na Estação Ciéncia, São Paulo.
11. PINTO A. C. & ZANETIC J. (1997) **A Física Quântica no/do Ensino Médio**; Monografia de Fim de Curso, Instituto de Física ,USP, São Paulo.
12. PINTO A. C. & ZANETIC J. (1997) **É Possível Levar a Física Quântica para o 2ºGrau?** Trabalho apresentado no V Simpósio de Iniciação Científica da USP, Pró-Reitoria de Pesquisa, Volume 2, Exatas e Engenharia, Pág. 171.
13. TERRAZAN, E. A. (1992) **A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de Ensino médio**, Caderno Catarinense de Ensino de Física, 9(3): 209-214, Santa Catarina - RS.

14. VEIT, E. A. & THOMAS, G. & FRIES, S. G. & AXT, R. & SELISTRE, L. F. (1987) **O efeito fotoelétrico no Ensino médio via microcomputador**, Caderno Catarinense de Ensino de Física, 4(2): 68-88, Santa Catarina - RS.
15. ZANETIC, J. (1989) **Física Também é Cultura**, Tese de doutorado, FEUSP, São Paulo.

PAINEL 2.7 - GALILEU E O EXPERIMENTO DO PLANO INCLINADO

Walter Duarte de Araújo Filho e Norberto Cardoso Ferreira

Universidade do Sudoeste da Bahia/ Universidade de São Paulo

E-mail: waltluc@ssa.zaz.com.br

A metodologia seguida por Galileu no desenvolvimento da Lei da queda de corpos é um combustível que alimenta discussões e interpretações das mais diversas, muitas delas revestidas de paixões e posicionamentos sectários. Dentro desta perspectiva, aproveitamos os textos originais dos *Discursos* onde Galileu aborda o estudo do movimento de queda dos corpos com a descrição minuciosa do experimento do plano inclinado, e reeditamos este empreendimento, procurando abranger ao máximo as condições materiais e técnicas da época, preservando na medida do possível o procedimento metodológico galileano na obtenção e na análise dos dados. Desta maneira, procuramos reconstituir o raciocínio seguido por Galileu na elaboração da referida Lei, vivenciando todas as dúvidas e incertezas encontradas por ele em todo este processo.

Com relação ao material utilizado na reedição do referido experimento, tivemos a preocupação de trabalhar com materiais simples, e de fácil aquisição, como: cantoneira de alumínio em U de 2,0 m, bola de bilhar, base de acrílico, suporte em forma de forca, tubo de látex, recipiente plástico, régua de alumínio, pregador de roupa, seringa de 10 ml e recipiente de vidro.

1- O experimento

Tomamos a cantoneira de alumínio, dividindo-a em espaços múltiplos de 0,5 m, tratando de incliná-la com a ajuda do suporte de acrílico sob um ângulo de 5°. Em seguida fizemos a bola percorrer toda a extensão do plano inclinado determinando o tempo gasto para tanto (Figura 1). Fizemos o mesmo procedimento 30 vezes e calculamos a média aritmética destes tempos. Efetuamos o mesmo procedimento para todas as demais espaços, construindo em seguida uma tabela relacionando o espaço percorrido em função do tempo.

Para a determinação do tempo, utilizamos um dispositivo constituído por um recipiente de plástico suspenso por um suporte em forma cheio de água com um furo no fundo acoplado a um tubo de látex.

A água era extravasada através do tubo tendo um pregador de roupa preso na sua extremidade para a interrupção do fluxo de líquido, e coletada numa seringa graduada e ml, onde fazia-se a leitura do volume. Devemos ressaltar que o dispositivo acima descrito não oferece uma leitura de tempo como nós estamos acostumados, mas constitui um modo perfeitamente válido de avaliar devido a proporção direta do volume de líquido extravasado com o tempo decorrido, desde que a variação do volume de líquido do recipiente seja desprezível em relação ao volume total. Salientamos, que a quantidade de líquido coletado por Galileu originalmente foi pesado, diferentemente do nosso procedimento, cuja leitura do volume foi realizada diretamente na seringa graduada, facilitando sobremaneira nosso trabalho.

2 - O tratamento e a interpretação dos dados

A partir dos dados obtidos, começamos a verificar a dependência do espaço em relação ao tempo. Galileu antes de fazer esta conjectura, defendia a proporcionalidade do espaço com a velocidade, levando em conta basicamente o fenômeno da força de percussão, ou seja, um corpo grave solto de uma determinada altura percutia com maior intensidade quanto maior fosse a altura de queda. E este fenômeno para ele estava basicamente associado a maior ou menor velocidade. Galileu, em um dos trechos dos discursos, reconhece que estava errado, e mostra a razão do seu erro através de uma interessante argumentação, na terceira jornada do *Discorsi*.

Dai, Galileu refez seu ponto de vista e começou averiguar a dependência do espaço com o tempo. Uma questão fica em aberto: Galileu chegou à formulação final da lei, antes, ou depois da experiência? Analisando os dados coletados no nosso empreendimento, não é difícil perceber a vinculação do espaço com tempo; o tempo gasto para a bola percorrer um espaço maior (1,0 m) é maior que o gasto para percorrer um espaço menor (0,5 m). Resta agora, estabelecer o tipo de relação matemática entre as duas grandezas. Utilizando o cálculo das proporções (amplamente explorado por Arquimedes) e sobretudo por Galileu, um assumido seguidor do matemático a que nos referimos, podemos procurar a constante de proporcionalidade entre as grandezas (espaço e tempo). É perfeitamente possível que Galileu tenha tomado a proporção do espaço com o tempo, espaço com o quadrado do tempo (razão dupla do tempo, usando a terminologia da época) e assim por diante e constatado que a constante de proporcionalidade para cada espaço diferente, se aproximava ou quase coincidia com as demais quando a dependência era do segundo grau, levando-se em conta os erros cometidos na obtenção dos dados. O processo torna-se mais claro analisando os dados da Tabela abaixo, onde K representa a constante de proporcionalidade entre as grandezas mencionadas.

Espaço	Constante de proporcionalidade
0,5	0,043
1	0,040
1,5	0,041
2	0,037

$$0,5/(3,4)^2 = 0,043 = K_1$$

$$1,0/(5,0)^2 = 0,040 = K_2$$

$$1,5/(6,0)^2 = 0,041 = K_3$$

$$2,0/(7,3)^2 = 0,037 = K_4$$

Ainda assim, a resposta à questão anterior, não nos parece clara. A procura desta resposta representa o combustível que viceja as intermináveis discussões sobre a epistemologia galileana, muitas das quais impregnadas de paixões e posicionamentos assimétricos em relação ao modo de se fazer ciência. Em todo este embate, há espaço para interpretações mais flexíveis, onde não são excluídos modos ou maneiras de se chegar ao verdadeiro conhecimento. Segundo esta linha é que filósofos da ciência como Geymonat dentre outros, tem tornado as discussões muito mais ricas e interessantes, a partir do momento em que não se advoga uma metodologia rígida e cimentada no processo de desenvolvimento da ciência.

É inegável que Galileu privilegiou em determinados momentos o raciocínio, a lógica, na tentativa de interpretar a natureza. Isto se manifesta de maneira clara no seu vasto legado científico, representado por suas obras, muitas das quais dotadas de demonstrações belíssimas, e de rigor lógico invejável, com considerações impossíveis de serem representadas no mundo real, só no campo da idealização. Mas, não reconhecer a importância da experimentação no desenvolvimento de sua física, é um posicionamento ao nosso ver equivocado.

Analizando os textos originais, podemos concluir que muitos dos experimentos realizados por Galileu, tinham o objetivo de materializar as deduções lógico matemáticas, ou seja, mostrar que a natureza se comportava de acordo com estas leis obtidas através do raciocínio, do exercício do pensamento. Mas isso não os torna menos importantes. Muitas conclusões foram tiradas a partir de extrapolações tendo por base a vivência experimental, como por exemplo, o isocronismo pendular, ou seja, o período de oscilação de um pêndulo que independe de sua massa, cuja constatação segundo especulações históricas, foi obtida através de observações cuidadosas da oscilação de um lampadário de uma determinada igreja ou a afirmação que os corpos em queda estão sujeitos a mesma lei, não importando a inclinação do plano inclinado, e que o movimento de queda livre é um caso limite em que o plano possui uma elevação máxima, desprezando evidentemente os fatores de amortecimento representados pelo contato da esfera com o plano e pela resistência do ar, fato que foi demonstrado por Robert Boyle, trinta anos depois, fazendo vácuo num cilindro e mostrando que em tal vácuo todos os corpos caem com velocidades idênticas não importando suas características de massa, forma ou tamanho.

Além disso, Galileu inovou a forma de se estudar a natureza, desenvolvendo uma metodologia de observação e análise dos fenômenos naturais, antes baseado a partir da observação pura e simples (senso-comum). A pura experiência dos sentidos passou a ser também uma atividade de reflexão e raciocínio. As observações do cotidiano foram substituído por uma atividade planejada e estudada a luz de um corpo teórico previamente elaborado, o que hoje chamamos de experimentação ou uma interpretação metódica e racional da natureza baseada em uma linguagempropriada para a formulação de perguntas e a interpretação das respostas.

Enfim, a originalidade da metodologia galileana está na forma de observação dos fenômenos naturais, ou seja, a combinação da dedução lógica, da análise matemática e da experimentação. Esta maneira de fazer ciência, levou certamente Galileu à descoberta e a posterior demonstração da lei de queda dos corpos.

Galileu reconheceu que outros antes dele haviam observado que o movimento natural da queda de um grane é continuamente acelerado. Mas afirmou que tinha sido seu mérito descobrir *a proporção na qual essa aceleração ocorre*. E orgulhava-se de ter sido o primeiro a descobrir que os espaços percorridos na queda, eram proporcionais a razão dupla dos tempos, que é a síntese da lei de queda dos corpos.

O fenômeno galileano é essencialmente muito complexo, e qualquer tentativa de torná-lo previsível dentro de uma concepção simplista, pode levar a conclusões errôneas. Galileu no desenvolvimento do seu raciocínio transitava livremente entre o concreto e o abstrato tendo a intuição participado de maneira determinante na escolha deste ou daquele caminho no desenvolvimento da sua maneira de interpretar a natureza.

Ao reeditarmos o experimento do plano inclinado segundo a descrição do próprio Galileu, pudemos reconhecer a grandeza do seu intelecto, e o quanto ele estava avançado em relação ao seu tempo. O ato de experimentar simplesmente foi substituído por uma maneira de dialogar racionalmente com os dados objetivos captados pelos sentidos.

Foi Galileu quem pela primeira vez, submeteu as leis do movimento à prova do rigor da experiência e demonstrou que podiam ser aplicadas ao mundo fenomenológico. Se esta parece ser uma obra de pouca importância, recordemos que os princípios físicos usados por Galileu eram conhecidos desde meados do século XIV, mas ninguém, no espaço de 300 anos, foi capaz de compreender como relacionar tais abstrações com o mundo real. Talvez aqui se evidencie melhor o caráter particular deste gênio que combinou o ponto de

vista matemático do mundo com aspectos empíricos obtidos pela observação crítica dos fenômenos naturais, que traduz a própria concepção do método experimental como nós conhecemos hoje em dia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. *Drake*, Stilmann – Galileu. Editora Dom Quixote - Lisboa, 1981
2. *Galilei*, Galileu –Duas novas Ciências–Do título original:Discorsi e Dimostrazioni Matematiche intorno a due Nuove Scienze atteneti alla Mecanica ed ai Movimenti Localli. Tradução: Pablo Mariconda. Nova Estela Editora, São Paulo, 1988.
3. *Geymonat*, Ludovico – Galileu Galilei. Editora Nova Fronteira –Rio de Janeiro,1997
4. *Koyré*, Alexandre – Estudos Galiláicos. Editora Dom Quixote – Lisboa, 1986

PAINEL 2.8 - UMA PROPOSTA DE ENSINO DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA ATRAVÉS DE TEMAS EXPLORATÓRIOS

Antônio Carlos de Miranda
IFUFF - miranda@ifuff.br

1- Introdução

É notoriamente reconhecida, por inúmeros pesquisadores, a importância da História da Ciência como um dos suportes que permitem aos alunos uma melhor compreensão da própria Ciência; do pensamento e do método científico; das correntes filosóficas e científicas; das atividades dos cientistas, do desenvolvimento científico, da evolução dos conceitos científicos, etc.

Entretanto, a História da Ciência, analisada apenas sob essa perspectiva, estreita suas fronteiras, pois seus valores estão delimitados a um mesmo contexto, isto é, o contexto científico, que, de certa forma, auto-sustenta-se , em outras palavras, ele próprio é o campo que rege e define valores, conceitos, categorias, desse modo, legitimando-os e significando-os, como tal. Contrariamente, também lhe é permitido invalidá-los, definindo-os como pseudocientíficos, subcientíficos, transcedentes.

O contexto social, isto é, a relação recíproca da Ciência — seus valores, categorias, desenvolvimento, “descobertas” científicas, etc. — com a sociedade, acrescenta uma nova perspectiva que conjugada ao contexto científico permite uma melhor compreensão da História da Ciência.

Essa visão externalista foi adotada, de certa forma, pioneiramente por Robert Merton, tentando explicar o desenvolvimento científico na Inglaterra. Suas teses, defendendo a estreita relação entre a sociedade, através de um certo utilitarismo social, e o desenvolvimento científico, foram atenuadas e matizadas por pesquisadores como Christopher Hill, Charles Webster, e outros.

Por sua vez, Lakatos afirma que “cada metodologia da Ciência determina uma demarcação característica (bem definida) entre história externa e interna”. Richard Hall, entre outros, “tem dúvidas sobre a viabilidade da distinção entre a história da Ciência interna e externa”.

Apesar dessa discussão e análise serem importantes, não nos deteremos nela. Adotaremos a definição de história externa, simplesmente, como as relações entre as atividades dos cientistas e das comunidades científicas com o restante da cultura. Certamente, uma definição limitada, mas torna-se-á o ponto de partida, que tem, na abordagem da História da Ciência, na sala de aula, seu principal objetivo¹.

Inicialmente, é necessário reconhecer que não é fácil estabelecer com uma certa clareza, de que modo a religião, a política, a economia, etc., “interferem” na Ciência ou no seu desenvolvimento. E ainda, que a demarcação rígida da dicotomia externalista, internalista não nos parece adequada para descrever as relações entre a História da Ciência externa e interna. É necessário superá-la na busca de relações dialéticas entre as atividades do Homem, seja no campo material ou no intelectual.

Por outro lado, a abordagem desses temas pelo professor, acrescenta novas dificuldades inerente à própria dinâmica da sala de aula, que exige temas criativos, motivadores, adequados ao nível de compreensão dos alunos, etc., e, ao mesmo tempo, devem ser regidos pelas ementas, programas, carga horária, etc.

Desse modo, nas aulas, na maioria das vezes, são abordados apenas aspectos isolados do contexto social²: Galileu e a Inquisição, ou ainda, o desenvolvimento dos conceitos de calor, energia e a Revolução Industrial. Assim, o tema focalizado não é integrado às várias faces do contexto social, que por sua vez, não é analisado de forma conjuntural, mas sim desarticuladamente.

2- Uma Proposta de Abordagem Exploratória

2.1- Um tema central

O tema escolhido, como exemplo, é um trecho original de Tartaglia (1500-1557) publicado, em Veneza (1537), na sua principal obra *Nova Scientia*, e que analisa o movimento de um corpo através de um túnel (canal) que atravessa diametralmente a Terra.

“... a opinião de um grande número de filósofos era a de que se existisse um canal aberto de fora a fora através da Terra, passando por seu centro, no qual um corpo se pudesse movimentar, de maneira como explicamos acima, esse corpo pararia subitamente ao chegar ao centro do mundo. Mas essa opinião, segundo

me parece, não é exata. Longe de parar subitamente ao chegar ao centro, o móvel, animado que se achava de uma grande velocidade, ultrapassaria esse ponto, como se tivesse sido lançado num movimento violento, e se dirigiria em direção ao céu do hemisfério oposto ao nosso, para, em seguida, voltar na direção do mesmo centro, ultrapassá-lo novamente, ao chegar a ele, em virtude de um movimento violento que, desta feita, o traria em nossa direção, dali recomeçando ainda a mover-se em movimento natural em direção ao mesmo centro, etc., diminuindo gradualmente de velocidade até, enfim, parar efetivamente no centro da Terra”.

2.2.1- Exploração do tema central

O tema central será dividido em sub-temas exploratórios que deverão trazer à tona os principais “traços” que permitirão os limites iniciais da exploração temporal e, além disso, gerará eventualmente novos sub-temas³.

O limite temporal escolhido coincide com o período de vida de Tartaglia, isto é, 1500-1557, a primeira metade do século XVI (na verdade, esse limite é apenas o núcleo inicial da abordagem, ele irá expandir-se à medida que surgem novos sub-temas).

O texto de Tartaglia, ao citar “movimento violento” permite a seleção de um sub-tema: “Aristóteles e o movimento natural e violento”. Que poderá transformar-se, oportunamente, em um tema central a ser explorado. O “túnel” permite abordar a questão da “Esfericidade da Terra”, como um novo sub-tema. Veneza, por sua vez, a cidade onde Tartaglia, publica a sua principal obra e onde viveu a maior parte de sua vida poderá gerar um sub-tema que aborde suas relações, comerciais, políticas, etc.

Portanto, é possível criar uma rede em que os sub-temas poderão gerar novos sub-temas e temas centrais. O professor, em conjunto com os alunos, deve decidir os limites convenientes dessa rede⁴, que, em parte, pode ser trabalhada também sob a forma de mini-projetos (em anexo, um resumo de uma proposta de rede exploratória).

¹ Acreditamos que através da praxis possam surgir paulatinamente alternativas que aprimore e aprofunde essa definição inicial.

² Geralmente, com ênfase no “clima ambiental de idéias extracientíficas” como afirma Kuhn.

³ Nos sub-temas, sempre que possível serão destacados as teorias científicas errôneas, ao mesmo tempo, procurando identificá-las com as concepções prévias dos próprios alunos.

⁴ À medida que se amplia, cada vez mais os sub-temas vão tornando-se também comuns aos novos “temas-centrais”.

PAINEL 2.9 – NOTAS SOBRE UMA INVESTIGAÇÃO HISTÓRICA: AS RAÍZES DOS MODERNOS CURRÍCULOS DE FÍSICA

*Marco Antonio Braga
CEFET-RJ / TEKNÉ - e-mail: bragatek@mail.cefet-rj.br*

O objetivo desse trabalho é apresentar uma atividade de ensino elaborada a partir da evolução das idéias sobre a natureza da luz. Esperamos que ela possa ser útil para aqueles professores que gostariam de utilizar a História da Ciência em seu ensino sem, no entanto, terem subsídios para elaborar atividades que promovam essa aproximação.

A atividade que elaboramos estava inserida dentro de um contexto mais amplo. Primeiramente, o tópico discutido - natureza da luz - pertencia a um curso de óptica com um semestre de duração, com 3 aulas por semana de 50 minutos. O curso foi ministrado para duas classes, com 30 alunos cada uma, na qual eu era o professor das turmas. Em segundo lugar, a atividade apresentada integra minha pesquisa de doutoramento pela Faculdade de Educação da USP, em que eu pretendo investigar como os estudantes desenvolvem as habilidades de discussão e argumentação durante os trabalhos em grupo.

Para a coleta dos dados escolhemos como instrumentos: a gravação das aulas em vídeo, os trabalhos escritos e os desenhos feitos pelos estudantes. Nossa plano de gravação consistiu em fixar a câmera em apenas um único grupo e obter informações de como aquele grupo estava desempenhando a tarefa, discutindo entre seus pares e se desenvolvendo conceitualmente.

Para a elaboração da atividade selecionamos o episódio marcado pelo confronto entre as idéias de Newton e Huyghens pois, segundo P. Schurmann (1946), nenhuma história de teorias científicas pode mostrar melhor grandes etapas do pensamento científico que a história das teorias sobre a natureza da luz. Assim, discutimos com os alunos como a Ciência é capaz de buscar explicações diferentes para um mesmo fenômeno natural e como essas explicações são aceitas (ou não) pelos cientistas.

Além disso, não seria exagero afirmar que a luta entre o conceito corpuscular e o ondulatório só começou a assumir um caráter científico no final do século XVII, pois em todo o período anterior o descobrimento de fenômenos ópticos e a invenção de instrumentos de observação foram muito mais fecundos que a elaboração de hipóteses acerca da natureza da luz.

As informações a respeito dos conhecimentos ópticos na Antigüidade são poucos freqüentes, vagas e mal documentadas, permitindo fazer somente suposições ao invés de afirmações concretas.

Conforme afirmou Cornú (*apud* Schurmann), os antigos filósofos não descobriram a complexidade do que se chama a luz; confundiram sob a mesma denominação o que é pessoal ao homem e o que é exterior. Portanto, podemos afirmar que até o século XVII, não houve descobertas significativas sobre a natureza da luz.

Ressaltamos também o aspecto da autoridade do cientista como um critério para aceitação de uma teoria pelos cientistas como ocorreu no caso da teoria corpuscular de Newton, apesar das evidências a favor do modelo ondulatório como no caso da interferência e da difração.

Cabe mencionar que a atividade desenvolvida satisfaz aos pressupostos de uma metodologia de ensino como investigação e, portanto, estava baseada na apresentação de uma situação problemática que fosse interessante para os alunos, que envolvessem uma análise qualitativa da situação, a invenção de conceitos e emissão de hipóteses, o estabelecimento de estratégias de resolução e a análise dos resultados com possíveis situações de conflito cognitivo.

Por fim, enfatizamos o papel do professor como orientador da atividade, pois cabe a ele a seleção dos conteúdos e das tarefas a serem realizadas, a coordenação das discussões, a introdução de novas idéias e a síntese das conclusões alcançadas.

As questões que foram colocadas para os alunos discutirem em grupo após a leitura do texto foram as seguintes:

1. Qual o fenômeno observado com a luz que contribuiu para a grande aceitação que a teoria ondulatória passou a ter?
2. Por que a experiência de Foucault fez com que fosse definitivamente abandonado o modelo corpuscular da luz?
3. A partir do que você entendeu do texto a respeito das teorias sobre a natureza da luz, o que você diria sobre a aceitação de uma teoria pela comunidade científica ?

Para o trabalho final pretendemos fazer uma análise da atividade, através da transcrição das falas dos alunos gravadas em vídeo e do trabalho escrito, escolhendo alguns episódios de ensino que explicitem a forma como eles resolveram o problema proposto.

PAINEL 2.10 - UMA APROXIMAÇÃO ENTRE A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E O ENSINO DE FÍSICA: O DEBATE HUYGHENS-NEWTON EM SALA DE AULA

Marcelo Alves Barros

Escola de Aplicação da Faculdade de Educação da USP
Av. da Universidade, 220 - Travessa Onze
05508-900 - Butantã - Cidade Universitária
e-mail: mbarros68@hotmail.com

O objetivo desse trabalho é apresentar uma atividade de ensino elaborada a partir da evolução da idéias sobre a natureza da luz. Esperamos que ela possa ser útil para aqueles professores que gostariam de utilizar a História da Ciência em seu ensino sem, no entanto, terem subsídios para elaborar atividades que promovam essa aproximação.

A atividade que elaboramos estava inserida dentro de um contexto mais amplo. Primeiramente, o tópico discutido - natureza da luz - pertencia a um curso de óptica com um semestre de duração, com 3 aulas por semana de 50 minutos. O curso foi ministrado para duas classes, com 30 alunos cada uma, na qual eu era o professor das turmas. Em segundo lugar, a atividade apresentada integra minha pesquisa de doutoramento pela Faculdade de Educação da USP, em que eu pretendo investigar como os estudantes desenvolvem as habilidades de discussão e argumentação durante os trabalhos em grupo.

Para a coleta dos dados escolhemos como instrumentos: a gravação das aulas em vídeo, os trabalhos escritos e os desenhos feitos pelos estudantes. Nossa plano de gravação consistiu em fixar a câmera em apenas um único grupo e obter informações de como aquele grupo estava desempenhando a tarefa, discutindo entre seus pares e se desenvolvendo conceitualmente.

Para a elaboração da atividade selecionamos o episódio marcado pelo confronto entre as idéias de Newton e Huyghens pois, segundo P. Schurmann (1946), nenhuma história de teorias científicas pode mostrar melhor grandes etapas do pensamento científico que a história das teorias sobre a natureza da luz. Assim, discutimos com os alunos como a Ciência é capaz de buscar explicações diferentes para um mesmo fenômeno natural e como essas explicações são aceitas (ou não) pelos cientistas.

Além disso, não seria exagero afirmar que a luta entre o conceito corpuscular e o ondulatório só começou a assumir um caráter científico no final do século XVII, pois em todo o período anterior o descobrimento de fenômenos ópticos e a invenção de instrumentos de observação foram muito mais fecundos que a elaboração de hipóteses acerca da natureza da luz.

As informações a respeito dos conhecimentos ópticos na Antigüidade são poucos freqüentes, vagas e mal documentadas, permitindo fazer somente suposições ao invés de afirmações concretas.

Conforme afirmou Cornú (*apud* Schurmann), os antigos filósofos não descobriram a complexidade do que se chama a luz; confundiram sob a mesma denominação o que é pessoal ao homem e o que é exterior.

Portanto, podemos afirmar que até o século XVII, não houve descobertas significativas sobre a natureza da luz.

Ressaltamos também o aspecto da autoridade do cientista como um critério para aceitação de uma teoria pelos cientistas como ocorreu no caso da teoria corpuscular de Newton, apesar das evidências a favor do modelo ondulatório como no caso da interferência e da difração.

Cabe mencionar que a atividade desenvolvida satisfaz aos pressupostos de uma metodologia de ensino como investigação e, portanto, estava baseada na apresentação de uma situação problemática que fosse interessante para os alunos, que envolvessem uma análise qualitativa da situação, a invenção de conceitos e emissão de hipóteses, o estabelecimento de estratégias de resolução e a análise dos resultados com possíveis situações de conflito cognitivo.

Por fim, enfatizamos o papel do professor como orientador da atividade, pois cabe a ele a seleção dos conteúdos e das tarefas a serem realizadas, a coordenação das discussões, a introdução de novas idéias e a síntese das conclusões alcançadas.

As questões que foram colocadas para os alunos discutirem em grupo após a leitura do texto foram as seguintes:

- 1) Qual o fenômeno observado com a luz que contribuiu para a grande aceitação que a teoria ondulatória passou a ter?
- 2) Por que a experiência de Foucault fez com que fosse definitivamente abandonado o modelo corpuscular da luz?
- 3) A partir do que você entendeu do texto a respeito das teorias sobre a natureza da luz, o que você diria sobre a aceitação de uma teoria pela comunidade científica ?

Para o trabalho final pretendemos fazer uma análise da atividade, através da transcrição das falas dos alunos gravadas em vídeo e do trabalho escrito, escolhendo alguns episódios de ensino que explicitem a forma como eles resolveram o problema proposto.

PAINEL 2.11 - DOCUMENTOS ORIGINAIS DA CIÊNCIA: CARACTERIZANDO AS POSSIBILIDADES DO DIÁLOGO LEITOR-TEXTO EM SITUAÇÕES DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Sonia Maria Dion¹ e Jesuína Lopes de Almeida Paccá²

¹Universidade São Judas Tadeu - Faculdade de Engenharia

²Universidade de São Paulo - Instituto de Física

Documentos originais da Ciência podem, em nossa concepção, se constituir em instrumento para utilização em situações de ensino e aprendizagem, com o objetivo de se explorar o conteúdo da Física.

Explorar o conteúdo, aprofundando o significado de conceitos e suas relações, envolve a compreensão de dificuldades fundamentais que podem agir como obstáculos à aquisição do conhecimento científico; textos originais da Ciência, especialmente aqueles referentes a seus primeiros desenvolvimentos, podem evidenciar idéias que foram barreiras ao desenvolvimento de conceitos e teorias; dessa forma, em nossa concepção, as idéias-barreira constituem um ponto chave para a utilização de originais em situações de ensino e aprendizagem. No entanto, como garantir a possibilidade do diálogo leitor-texto?

Para tratar esta questão, buscamos subsídios na teoria epistemológica de Bachelard. Segundo Bachelard, “quando se apresenta à cultura científica, o espírito jamais é jovem. É inclusive muito velho, porque tem a idade de seus preconceitos. Chegar à Ciência é, espiritualmente, rejuvenescer, é aceitar certa mutação brusca que deve contradizer um passado” (Bachelard, 1977; p.148).

O autor chama a atenção aqui para o fato de que o estudante já traz para a escola explicações e modelos sobre o mundo físico construídos com base na experiência sensível e contaminados por um dinamismo psíquico que se coloca como fator de imobilização do conhecimento; esse dinamismo, a mera exposição ao conhecimento científico não consegue desestruturar. Assim, para que o espírito evolua de fato, é necessário que se produza uma verdadeira “mutação” psicológica, capaz de gerar uma profunda alteração em suas formas de conhecer. Esta concepção, por sua vez, traz consequências em termos de estratégias pedagógicas.

Trabalhar coerentemente com esta concepção significaria criar condições que permitissem colocar o estudante como um sujeito de psicanálise, pois somente a partir da explicitação de seus conhecimentos anteriores, da discussão de suas razões, da tomada de consciência de dificuldades, se poderia colocá-lo numa condição de ser capaz de operar com novas formas de conhecer, não calcadas na intuição e nos dados sensíveis, de trabalhar em espaços figurativos, sem o conforto das intuições ditadas pelo concreto.

Em nossa concepção, textos originais da Ciência podem se constituir numa autêntica fonte de estímulos capazes de causar perturbação, facilitando a tomada de consciência, e, ao mesmo tempo, oferecer subsídios para a construção de um novo conhecimento. De que forma isto poderia se dar?

Reconhecidamente num original estão presentes características da evolução do pensamento científico. Trazendo esta expressão para o domínio das concepções bachelardianas, se poderia dizer que entre tais

características se podem encontrar situações em que cientistas ainda estão num momento de esforço, consciente ou não, para se descartar de raciocínios feitos com base em “valores sensíveis”; em alguns momentos pode-se identificar o “complexo da intuições primeiras” em operação, “formas iniciais de conhecer” sendo utilizadas na elaboração de raciocínios, os fundamentos do conhecimento sendo ainda trabalhados e, com isso, a presença de “idéias obstáculos”.

Por outro lado, elementos da forma de pensar presentes nos originais podem ser identificados, em termos de geração de obstáculos, às formas segundo as quais opera o senso comum atual; percorrer o caminho das elaborações indo do concreto ao abstrato, utilizar formas de raciocinar baseadas em valores sensíveis, guiadas pela intuição, são elementos presentes no pensamento do senso comum, caracterizando a maneira inicial de pensar dos estudantes que buscam a educação científica.

Ou seja, trabalhando-se a partir de uma mesma maneira de pensar, geram-se obstáculos a nível psicológico, de mesma natureza dos encontrados no desenvolvimento histórico do pensamento científico; parece estar aí um elo que pode permitir o diálogo leitor-texto.

Entretanto, para que uma discussão de idéias se estabeleça, é preciso que o leitor tome consciência de suas próprias concepções, de forma a ter elementos a partir dos quais se comunicar; para isso, o instrumento precisa estar sendo utilizado em condições adequadas, condições que estejam facilitando a crítica do “impuro complexo das intuições primeiras”, a “catarse intelectual e afetiva”, enfim, a tomada de consciência de concepções; a partir daí, o diálogo se coloca como possível, unindo-se instrumento e estratégias adequadas.

No documento original estão presentes os estímulos; é preciso saber enxergá-los e aproveitá-los, é necessário criar condições para que possam operar; a partir daí é possível se estabelecer um movimento dialógico, com idas e vindas num processo contínuo de realimentação; é quando então o leitor é capaz de compreender pontos que antes não haviam feito sentido, descobrindo coisas novas, a cada volta ao instrumento. Assim, obstáculos epistemológicos podem ser pedagogicamente enfrentados através do diálogo de idéias; a comunicação pode ser facilitada quando promovida num ambiente de explicitação de concepções e, em nossa concepção, documentos originais da Ciência têm um papel a desempenhar em situações atuais de ensino, que se soma a outros presentes na literatura ou seja, como instrumento para reflexão sobre concepções.

BIBLIOGRAFIA

1. BACHELARD, G. Epistemologia. Trad. N. Caixeiro. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1995.
2. _____. A Formação do Espírito Científico. Trad. E. S. Abreu. Rio de Janeiro, Contraponto, 1996.
3. _____. A Filosofia do Não. Trad. J. J. M. Ramos. Lisboa, Editorial Presença, 1991.
4. DION, S. M. O diálogo com documentos originais da Ciência em sala de aula: uma proposta. São Paulo: USP, 1998. Tese - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1998.

PAINEL 2.12 - A INTEGRAÇÃO DE TEXTOS ORIGINAIS DA CIÊNCIA NO PLANEJAMENTO ESCOLAR COMO PRODUTO DE UMA CONCEPÇÃO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Jesuina Lopes de Almeida Pacca¹ e Sonia Maria Dion²

¹Universidade de São Paulo - Instituto de Física

²Universidade São Judas Tadeu - Faculdade de Engenharia

A utilização da História da Ciência é um tema de interesse dentro do ensino de Física; os textos originais aparecem, por exemplo, como fonte para se discutir a natureza e os processos da Ciência, para se aprofundar o entendimento do significado de conceitos e para se identificar obstáculos epistemológicos; são raros, porém, exemplos de utilização em sala de aula em que se explicitem objetivos, estratégias e formas de avaliação. Algumas das possibilidades encontradas na literatura tratam, por exemplo, da utilização visando a identificação, para fins de pesquisa em concepção espontânea, de barreiras persistentes ao longo da história, os obstáculos epistemológicos. Sua utilização em situações de ensino-aprendizagem é, entretanto, ainda controversa ou, pelo menos, não suficientemente explicitada, quaisquer que sejam os objetivos pretendidos.

Em nossa proposta, documentos originais da Ciência têm uma contribuição a dar, especialmente quando a preocupação é com o conteúdo e seus obstáculos; desde que se faça uma utilização planejada desse instrumento em sala de aula, coerente com uma concepção de ensino-aprendizagem para a qual tomar o pensamento dos estudantes como ponto de partida seja uma característica relevante. Que contribuições seriam estas? Quando e sob que condições é o professor capaz de extraí-las e utilizá-las em sala de aula, produzindo resultados de aprendizagem? Neste trabalho estaremos apresentando alguns resultados, ainda que preliminares, relativos à utilização de documentos originais em situações de ensino e aprendizagem; alguns destes resultados foram concretizados na elaboração de um curso, destinado a professores de Física de 2º grau, com a integração de originais da Ciência no planejamento escolar, dentro de um conteúdo da Mecânica. Diferentemente de um texto didático atual, em que o conhecimento aparece na forma de informações e resultados, nos documentos originais da Ciência estão presentes texto e contexto; o conhecimento do contexto, do cenário intelectual que dava sustentação às idéias e métodos já constitui, em si, um fato cultural

importante; porém mais que isso, a possibilidade de estabelecimento de uma identificação entre métodos da Ciência antiga, extraídos do contexto, e os empregados pelo senso comum faz do original uma ferramenta poderosa quando, numa situação de ensino-aprendizagem, a preocupação é com a discussão, para discriminação, de domínios de validade das idéias do senso comum e da Ciência formal. Outra contribuição vem através de argumentos empregados na construção de novos conceitos; o entendimento destes argumentos, estabelecendo-se um contraste, ou identificação e contraste entre idéias do passado e as da Física atual pode contribuir para clarear o significado e as implicações do conteúdo; finalmente, idéias e experimentos presentes num texto original podem enriquecer a forma como se trabalha esse conteúdo na sala de aula.

Dadas essas exigências, em termos de conhecimentos e competências, quando e sob que condições é o professor capaz de extrair contribuições de um documento, utilizando-as em sala de aula de forma a produzir resultados de aprendizagem? A partir da realização de um curso oferecido a professores de 2º grau, onde se trabalhou a integração de textos originais no planejamento escolar, e do posterior acompanhamento de suas tentativas de transferência dessa experiência para a prática, foi possível levantar alguns pontos relativos à questão acima. Tomamos como material de observação o trabalho desenvolvido por dois professores, com o mesmo nível de interesse e envolvimento, porém em condições diferenciadas de transferência para a prática de sala de aula; um acompanhamento de trabalho tem sido desenvolvido, no qual seus projetos de aplicação são discutidos e criticados e a partir daí, redimensionados pelos próprios autores.

Um primeiro produto da participação no curso e nesse processo é o enriquecimento pessoal: o próprio professor acaba compreendendo melhor o que é Ciência, conhece novos materiais e, quando se depara com aspectos do conteúdo colocados numa forma mais próxima do senso comum, reflete sobre seu próprio conhecimento; alguns professores permanecem neste estágio, não se arriscando a fazer experiências de utilização do material diretamente com seus estudantes; para outros, a compreensão parece ser motivação para a transferência.

Alguns professores têm uma preocupação constante com os estudantes vendo, no material, uma possibilidade de interagir de uma forma mais produtiva com seus alunos; essa motivação parece gerar a necessidade de transferência, mesmo que o professor tenha tido pouco contato com a História da Ciência e se sinta inseguro quanto à compreensão do conteúdo dos textos; temos aqui uma motivação anterior à compreensão. A transferência mais produtiva se dá com aqueles professores que não apenas satisfazem estas duas condições, mas são capazes de traduzir a preocupação inicial com os estudantes para uma preocupação com a forma de *interagir com suas idéias*, em termos de conteúdo, professores que são capazes de estabelecer alguma ligação entre idéias dos estudantes, conteúdo científico e idéias expressas no texto.

Nossos resultados preliminares permitem uma organização das formas de transferência para a sala de aula, da utilização de documentos originais da Ciência, em três níveis, que poderiam ser colocados da seguinte forma: o texto sem contexto; texto e contexto: reprodução; texto e contexto: criação.

Para que um professor seja capaz de fazer uso de textos originais produzindo resultados de aprendizagem parece ser preciso que ele já tenha uma prática diferenciada, que tenha uma concepção de ensino-aprendizagem que valorize a explicitação de idéias, que induza ao esforço para compreendê-las; nesse caso, a afinidade com a História da Ciência leva-o a ser capaz de escolher seus próprios textos, com recortes também pessoais; permite também que ele seja capaz de articulá-los no planejamento, tanto em termos de conteúdo como de atividades.

BIBLIOGRAFIA

1. BACHELARD, G. Epistemologia. Trad. N. Caixeiro. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1995.
2. _____. A Formação do Espírito Científico. Trad. E. S. Abreu. Rio de Janeiro, Contraponto, 1996.
3. _____. A Filosofia do Não. Trad. J. J. M. Ramos. Lisboa, Editorial Presença, 1991.
4. DION, S. M. O diálogo com documentos originais da Ciência em sala de aula: uma proposta. São Paulo: USP, 1998. Tese - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1998.
5. PACCA, J. L. A. & VILLANI, A. Estratégias de Ensino e Mudança Conceitual na Atualização de Professores. Rev. Bras. Ens. Fís., v. 14, n. 4, p. 222-228, 1992.
6. _____. Conception d'une Formation pour Enseignants de Physique: Un Changement de Perspective dans un Cours de Perfectionnement au Brésil. Didaskalia, n. 7, p. 117-129, 1995.

PAINEL 3.1 – UMA ALTERNATIVA PARA QUALIFICAR A FORMAÇÃO DE BACHARÉIS EM FÍSICA MÉDICA

BERNASIUK, M. E. B.; BACELAR, A.; STRECK, E. E.

Faculdade de Física, PUCRS - Av. Ipiranga, 6681 - Porto Alegre, RS - CEP:90619-900

Introdução

Este trabalho investigou o papel das atividades complementares na qualificação da formação de alunos do bacharelado em Física Médica. Para tanto, procurou-se oferecer aos alunos uma formação teórico-prática abrangente, facilitando o seu acesso ao mercado de trabalho, sem contudo dirigí-los para uma especialização precoce em determinada área.

O grupo contou com a infra-estrutura da Faculdade de Física e da PUCRS, do Hospital São Lucas da PUCRS, do Hospital de Clínicas de Porto Alegre e de outros hospitais e clínicas conveniadas, bem como, da Secretaria as Saúde e Meio Ambiente do estado do RS, usufruindo de condições favoráveis para o desenvolvimento das atividades extracurriculares previstas.

Metodologia

A população alvo foi composta por alunos do curso de Bacharelado em Física-ênfase Física Médica. O primeiro grupo a fazer parte do programa foi constituído no segundo semestre de 1992 por três alunos que, após tomarem conhecimento da implantação do referido programa se inscreveram como voluntários. A primeira tarefa, do grupo piloto, foi a de preparar um seminário sobre raios X e suas aplicações na Radiologia Médica. O grupo trabalhou de forma integrada, utilizando bibliografia indicada pelos professores orientadores. O seminário, apresentado no período de férias escolares, foi assistido pelos orientadores, professores e alunos do curso de Física, bem como, por profissionais que atuam nos setores da Física Médica e Engenharia Biomédica de Hospitais de Porto Alegre.

Perceber como os alunos relacionaram, definiram, estruturaram e trabalharam com os diversos conceitos físicos foi fundamental para os professores planejarem as atividades seguintes. Desta forma, foi possível verificar o que os alunos já conheciam e assimilaram corretamente, uma vez que estas informações serviram de ancoradouro a aprendizagem e a retenção de novos conceitos. Após a apresentação do seminário, os conceitos sobre os quais os alunos não demonstraram segurança foram reforçados pelos professores. Numa segunda etapa o grupo de alunos foi encaminhado ao setor de Física Médica do Hospital São Lucas da PUCRS, onde realizaram estágio não remunerado, no Setor de Radiologia Médica, durante quatro meses. Toda vez que se constatou um hiato entre o conhecimento que os alunos já possuíam e o que necessitariam conhecer antes de aprender significativamente [1] a tarefa proposta, foram fornecidas novas referências bibliográficas, providenciadas palestras e cursos de curta duração ministrados por especialistas na área.

O acompanhamento do grupo piloto foi realizado através da correção e discussão dos relatórios mensais elaborados pelos alunos, observações relatadas pelos orientadores em reuniões e através de entrevistas [3] realizadas após o término do cronograma estabelecido para cada etapa. Este grupo foi acompanhado até 1995.

Em função dos resultados obtidos com o grupo piloto, novos grupos tem ingressado no programa de atividades complementares a cada semestre, seguindo metodologia similar.

Para avaliar a importância deste programa foram aplicados questionários [2] e realizadas entrevistas com alunos, orientadores, egressos e Físicos dos Setores de Física Médica.

Resultados e Conclusões

Os alunos entrevistados salientaram que a participação no grupo de atividades extracurriculares auxiliou na melhoria da sua formação acadêmica e que o fato de participarem do grupo lhes permitiu vivências de crescimento humano que consideram úteis para o seu crescimento pessoal e profissional. Outros relatos importantes, dos alunos, referem-se à aquisição de maturidade profissional, nova visão do mercado de trabalho, necessidade de trabalhar com seriedade e honestidade. Quanto à aprendizagem, os alunos mencionaram que houve um maior interesse na Física e suas aplicações devido à possibilidade de relacioná-la com os novos conhecimentos adquiridos através do desenvolvimento das atividades extracurriculares. Salientaram, também, a importância dos cursos assistidos e da participação em Palestras, Congressos, Feiras de Ciências no Brasil e no exterior.

Os orientadores observaram que houve um maior interesse dos alunos pelo curso de graduação e de continuar seus estudos em nível de pós-graduação, bem como, uma modificação positiva na expectativa de mercado de trabalho do Físico Médico.

As atividades realizadas pelos alunos, também foram consideradas de grande importância pelos Físicos responsáveis pelo Setor de Física Médica das Instituições, uma vez que contribuíram com o programa de qualidade implantados nas mesmas. Estes profissionais acreditam que as atividades junto aos hospitais podem ser iniciadas no início do curso, após a apresentação de um seminário ou da aprovação em um curso preparatório. Relataram que, quanto mais cedo os alunos realizarem trabalhos práticos em

complementação aos teóricos, tais como: rotinas e radioproteção, mais aptos estarão para realizar trabalhos de iniciação científica e profissionais.

Um fator importante que deve ser salientado é o fato de que as novas informações foram adquiridas através do esforço deliberado, por parte dos alunos, de relacioná-las com conceitos relevantes preeexistentes na sua estrutura cognitiva.

Cabe ainda ressaltar que, de acordo com as novas diretrizes curriculares, os cursos de graduação devem contemplar estágio, monografia e demais atividades que integrem o saber acadêmico à prática profissional incentivando o reconhecimento de habilidades e competências adquiridas fora do ambiente escolar. Desta forma, estaria assegurada uma formação de acordo com as especificidades de cada curso, preservando, contudo, o princípio de flexibilização e adaptação às demandas da sociedade, o que concorda com as avaliações realizadas e com as expectativas dos professores. Com as novas diretrizes curriculares as atividades hoje restritas apenas a um grupo de alunos deverão ser expandidas para todos deixando de ser uma alternativa para qualificar a formação apenas dos interessados.

Referências Bibliográficas:

- [1] AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D., e HANESIAN, H., Psicologia Educacional, Rio de Janeiro, Interamericana, 1980.
- [2] BARDIN, L. Análise de Conteúdos, Edições 70, Lisboa, Portugal, 1977.
- [3] BLEGER, J., Temas de Psicologia - entrevistas e grupos. São Paulo, Martins Fontes, 1980.
- [4] TRIANDIS, H.C., Actitudes Y Cambios de Actitudes, Toray, Barcelona, 1974.

PAINEL 3.2 – CURSO NOTURNO DE LICENCIATURA EM FÍSICA/UFBA: UMA NOVA PROPOSTA

J.F.M. Rocha, R.C. de Miranda, P. Miranda e Yukimi H. Pregnolatto
Instituto de Física – UFBA – e-mails: jofer@ufba.br, yukimi@ufba.br

A partir do primeiro semestre de 1999, a UFBA implantará seu curso noturno de Licenciatura em Física. O currículo desse curso foi concebido atendendo a dois aspectos principais: primeiro, para permitir ao aluno uma maior flexibilidade na escolha do conjunto de disciplina que deseja cursar e também possibilitar sua matrícula em menor número de disciplinas, por semestre, isto, naturalmente, sem aumentar significativamente o tempo máximo para conclusão do curso; segundo, para permitir a inclusão de disciplinas novas, envolvendo, inclusive, meio ambiente, filosofia, língua estrangeira, informática, etc.

O Curso Noturno de Licenciatura em Física envolve conteúdos de Física (41%), Educação (23%), além de matemática, computação, química e outros conteúdos de opção do aluno. Sua carga horária total é de 2.505 horas para serem cumpridas em 10 semestres, das quais 16,7% são de disciplinas optativas. Nos quatro primeiros semestres do curso, os alunos têm um máximo de 16 horas semanais e nos seis últimos semestres, um máximo de 20 horas semanais. A principal diferença com relação aos cursos tradicionais de licenciatura é a estruturação das 12 disciplinas dos dois primeiros anos (945 horas) em três segmentos paralelos: o de física básica, o de matemática e o de física geral e experimental. Apesar dos módulos de matemática e de física geral serem comuns para toda a área de ciências exatas, **o módulo de física básica é específico para o curso de Licenciatura Noturno em Física**. De acordo com sua ementa, em Física Básica I, por exemplo (com 30 horas de teoria e 30 horas de prática, sem pré-requisitos) discute-se o método científico e estudam-se os conceitos e leis físicas no ramo da Mecânica, a nível introdutório, sem ênfase no cálculo diferencial e integral, a partir de uma abordagem fenomenológica, usando, inclusive, recursos de simulação computacional, história da ciência e experimentos em laboratório didático, envolvendo medidas dessas grandezas físicas, além de experiências demonstrativas. Discute-se ainda artigos publicados em revistas científicas, relativas à Mecânica. Por sua vez, a Física Geral Experimental I tem como pré-requisito o cálculo diferencial e integral e o livro texto no nível de *Física* de Moysés Nussenzweig ou de Halliday.

Outra diferença em relação aos cursos tradicionais é a diluição das noções de álgebra linear ao longo dos cursos de matemática e de física e a inclusão da disciplina Álgebra Linear I como optativa, além da criação de uma disciplina de informática ligada a um dos departamentos de física, com a inclusão das disciplinas Processamento de Dados e Cálculo Numérico, também como optativas. Por último, a atribuição de créditos às Atividades de Formação Complementar, de caráter optativo, relacionadas ao ensino, ou à pesquisa ou à extensão, num máximo de 4 créditos por 90 horas, desde que desenvolvidas a partir de um projeto aprovado formalmente em pelo menos um dos departamentos de física.

A aceitação inicial foi muito boa se considerarmos que a concorrência para o curso noturno de 4,67 candidatos por vaga (num total de 40 vagas), para o vestibular a ser realizado no final do ano, é maior do que a dos cursos diurnos (licenciatura e bacharelado) que tem se mantido, ao longo dos últimos anos, em torno de 3 candidatos por vaga, chegando a 1,98 candidatos por vaga no vestibular do ano passado.

Finalmente, devemos ressaltar que a nossa expectativa é de uma acentuada redução da evasão nos cursos de física na UFBA, na medida em que, além dos argumentos relacionados anteriormente, a

concentração das aulas num só turno facilitará a conciliação das atividades acadêmicas com as atividades particulares dos alunos.

PAINEL 3.4 - OS OPERADORES DE LEVANTAMENTO E ABAIXAMENTO EM MECÂNICA QUÂNTICA

Rafael de Lima Rodrigues¹, Pedro Luiz do Nascimento² e Uherlandio Batista Severo³

^{1,3}Departamento de Ciências Exatas e da Natureza

Universidade Federal da Paraíba

Cajazeiras - PB (Email:rafael@fisica.uspb.br)

²Departamento de Física

Universidade Federal da Paraíba

Campina Grande-PB

A mecânica quântica não-relativística é governada pela equação de Schrödinger (1926) e descreve fenômenos físicos em escalas de dimensões invisíveis e com velocidade muito menor do que a velocidade da luz no vácuo. Destacamos a importância de métodos alternativos em mecânica quântica, baseado na cinemática de operadores. O estado quântico de um sistema é caracterizado, num dado instante de tempo, pelo conhecimento de uma função de onda, solução da equação de Schrödinger, que representa a onda de matéria proposta por de Broglie (1925). A interpretação física da função de onda foi dada por Born (1927). Ela representa a amplitude de probabilidade de encontrar a partícula em torno de um ponto. Os observáveis em mecânica quântica são representados por operadores lineares e hermiteanos, satisfazendo a uma álgebra de Lie ou álgebra graduada de Lie. Esses operadores em geral não comutam, ou seja, considerando os dois operadores **A** e **B**, temos que **AB** pode ser diferente de **BA**. Neste caso o comutador $[A,B] = AB - BA$ é não nulo.

A equação de Schrödinger é uma equação diferencial de segunda ordem e invariante sob as transformações de Galileu. Ela pode ser resolvida em termos de operadores de levantamento (a^+) e abaixamento (a^-) dos níveis de energia, cujo tópico é denominado de método de fatorização em mecânica quântica. Este método é considerado nos livros-texto somente para o oscilador harmônico unidimensional e esses operadores satisfazem a seguinte álgebra em termos da constante de Planck \hbar : $[a^+, a^-] = a^+ a^- - a^- a^+ = 1$, $2\pi(H a^- - a^- H) = -\hbar\omega a^-$ e $2\pi(H a^+ - a^+ H) = \hbar\omega a^+$, o que nos assegura que a diferença entre dois níveis de energia é um quantum [2]. Neste trabalho, empregamos também a técnica de operadores de levantamento e abaixamento para sistemas quânticos em conexões com o oscilador tridimensional. Basicamente o problema de se resolver uma equação diferencial de segunda ordem é transformado em um problema de equação diferencial de primeira ordem para a função de onda do estado fundamental. Os demais estados quânticos, denominados de estados excitados, são construídos a partir da ação do operador de levantamento sobre a função de onda do estado fundamental. Atuando-o 2n-vezes sobre a função de onda do estado fundamental, obtemos as funções de onda e os níveis de energia do n-ésimo estado excitado. A diferença entre dois níveis de energia do oscilador em três dimensões é dois quanta. Os operadores de levantamento e abaixamento converte o problema de dinâmica da mecânica quântica em um problema de cinemática.

Os operadores de levantamento e abaixamento só tem sentido quando atuarem sobre uma função de onda no espaço unidimensional. Na descrição de Schrödinger (as vezes chamadas de representação x), os operadores x e p_x são dados por: $X = x$ e $P_x = -i\hbar(d/dx)$.

Por exemplo $[x, p_x] = xp - px$, atuando sobre uma função da variável x , a saber, a função de onda $\psi(x)$.

Em um trabalho de três páginas fica difícil fazer uma apresentação com expressões explícitas. No entanto, neste trabalho vamos considerar a essência do método de fatorização para o oscilador unidimensional. Escrevendo os operadores de posição e momento linear x e p_x com ($p_x = -i\hbar d/dx$) como uma combinação linear dos operadores de levantamento (a^+) e abaixamento (a^-).

Definições:

$$a^+ = \left(\frac{m\omega_c}{2\eta}\right)^{1/2} x - i\left(\frac{1}{2m\eta\omega_c}\right)^{1/2} p$$

$$a^- = \left(\frac{m\omega_c}{2\eta}\right)^{1/2} x + i\left(\frac{1}{2m\eta\omega_c}\right)^{1/2} p$$

$$x = \sqrt{\frac{\eta}{2\omega}}(a^+ + a^-) \quad \text{e} \quad p_x = i\sqrt{\frac{\eta\omega}{2}}(a^+ + a^-)$$

O hamiltoniano do OHS. torna-se:

$$H = \frac{1}{2} (p_x^2 + \omega^2 x^2) = \frac{\eta\omega}{2} (a^- a^+ + a^+ a^-)$$

$$= \eta\omega a^+ a^- + \frac{\eta\omega}{2}$$

onde a constante $E_0 = \frac{\eta\omega}{2}$ é chamada de energia do ponto zero. Neste caso, o oscilador no estado fundamental (ou estado de menor energia) possui energia não-nula. Estamos considerando o sistema de unidade em que $m = 1$. Por outro lado para o oscilador em mecânica clássica a menor energia é nula.

Note que o comutador entre x e p_x é não-nulo, o que nos assegura que os operadores a^- e a^+ não comutam também:

$$[x, p_x] = i\eta \Rightarrow [a^-, a^+] = a^- a^+ - a^+ a^- = 1.$$

A partir da equação diferencial de primeira ordem $a^- \Psi_n(x) = 0$ e da equação de Schrödinger independente do tempo: $H\Psi_0(x) = E_0 \Psi_0(x)$, obtém-se a energia de ponto zero e a função de onda do estado fundamental $\psi_0(x)$. De fato,

$$H\Psi_0 = \left(\eta\omega a^+ a^- + \frac{\eta\omega}{2} \right) \Psi_0 = \frac{\eta\omega}{2} \Psi_0. \text{ Por outro lado, de acordo com a equação de Schrödinger,}$$

$$\text{obtemos: } H\psi_0 = \frac{\eta\omega}{2} \Psi_0 = E_0 \psi_0 \Rightarrow E_0 = \frac{\eta\omega}{2}, \text{ como havíamos afirmado.}$$

Uma generalização desta técnica tem sido considerada para potenciais em conexão com osciladores, os operadores de levantamento e abaixamento satisfazem a álgebra de Wigner- Heiserberg[3]. O método de fatorização foi generalizado para potenciais invariantes de forma de ter sido denominado de supersimetria em mecânica quântica[4].

Em teorias de campos, quando quantizamos os campos eles passam a ser operadores podendo ser expressos em termos de operadores de criação e aniquilação, cuja álgebra é semelhante a álgebra dos operadores. Neste caso, diz-se que estamos fazendo a Segunda quantização.

CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi feita uma introdução aos operadores de abaixamento e levantamento em mecânica quântica não-relativística, que aparece em alguns livros-texto, cujo tema é denominado por alguns autores de método de fatorização.

O método de fatorização em mecânica quântica é essencialmente uma técnica algébrica que nos fornece que nos fornece as autofunções e os autovalores de energia de um sistema quântico. Este método transforma o problema de dinâmica associado a equação de Schrödinger em um problema mais simples, em que trabalha-se somente com a cinemática dos operadores de abaixamento e levantamento dos níveis de energia. Resolve-se apenas uma equação diferencial de primeira ordem, a qual nos fornece a autofunção do estado fundamental.

O n -ésimo estado quântico excitado é construído através da ação de n operadores de levantamento e abaixamento sobre a função de onda do estado fundamental, isto é,

Para os leitores interessados em estudar o método de fatorização em termos dos operadores de abaixamento e levantamento dos níveis de energia, recomenda-se a leitura das referências.

REFERÊNCIAS

- [1] R. de Lima Rodrigues, Ver. Bras. de Ensino de Física, **19**, (1997)
- [2] P. M. Mathews e K. Venkatesan, A text Book of Quantun Mechanics,Tata. McGraw Hill, New Delhi,(1987).
- [3] J. JAYARAMAN and R. de Lima Rodrigues, J. Phys. A; Math. Gen. **23**, 3123
- [4] J. JAYARAMAN and R. de Lima Rodrigues, J. Phys. Lett. **A9**, 1047 (1994)
- [5] L. E. Gerdenshtain, JETP Lett. **38**, 356 (1983); L. E. Gerdenshtain and I. V. Krive, sov. Phys. Usp. **28**, 645 (1985); A . Lahiri, P. K. Roy and B. Bagchi, Int. J. Mod. Phys. **A5**, 1383 (1990)
- [5] Erwin Shrödinger, A Method of Determining Quantun Mechanical Eigenvalues and Eigenfunctions, Proceedings of the Royal Irish Academy, Vol. **XLVI**, Sect. A, 590, (1946).

PAINEL 3.5 - PÊNDULO SIMPLES COM UMA CORDA ELÁSTICA VIA O FORMALISMO LAGRANGEANO

Eric Alexandre B. da Silva¹, Wendel Pires de Almeida² e R. de Lima Rodrigues³

^{2,3}Universidade Federal da Paraíba

Departamento de Ciências Exatas e da Natureza

Cajazeiras -PB - CEP 58900-000 (Email:rafael@fisica.ufpb.br)

¹Universidade Federal da Paraíba

Departamento de Física

Campina Grande-PB (Email ercbrito@df.ufpb.br)

O formalismo lagrangeano é baseado em grandezas escalares e coordenadas generalizadas . Ele é aplicado em teoria de campos e em mecânica clássica . Neste trabalho , destacamos a importância deste método alternativo em mecânica clássica , cujo estado de um sistema é caracterizado , num dado instante de tempo , pelo ponto no espaço de configurações. Em sistemas mecânicos as aplicações das leis de Newton resulta no conjunto de equações diferenciais de segunda ordem, em coordenadas cartesianas. Mas , nem sempre esse é o sistema melhor para se resolver os problemas físicos , pois em sistemas muitos complexos seria as vezes inviável a sua utilização usando o método newtoniano. Por outro lado, é mais conveniente introduzir um sistema de coordenadas generalizadas e trabalhar com o formalismo lagrangeano , onde as posições das partículas no sistema podem ser especificados. Neste caso, a equação de movimento é denominada de equações Euler - Lagrange a qual foi deduzida independentemente por Euler e Lagrange . Na prática , um sistema físico pode estar suscetível a limitações por meios dos vínculos. Onde estes podem ser definidos como holonômios ou não-holonômios e dependentes de velocidade , em mecânica clássica , correspondem a restrições ao movimento. As coordenadas generalizadas , que falaremos adiante , representam os graus de liberdade do sistema. Para cada uma delas, temos uma equação de Euler – Lagrange Um exemplo é o movimento de uma partícula sob a ação de uma força central onde verifica-se que ao introduzir coordenadas polares a força pode ser expressa de forma bem mais simples , nessa forma seria bem mais desejável usar o formalismo lagrangeano que estabelece diretamente as equações de movimento em termos de coordenadas generalizadas apropriadas.

Coordenada Generalizada

As coordenadas generalizadas surgiram da dificuldade quando os vetores de posição \mathbf{r}_i deixarem de ser independentes por causa dos vínculos inerentes ao sistema. As coordenadas generalizadas são aquelas que representam o número de graus de liberdade do sistema , cujo o símbolo é a letra , q , e vai de q_1, \dots, q_α , onde α representa o número de coordenadas generalizadas. Para um sistema com de N partículas e K equações de vínculos temos a seguinte expressão :

$G.L = 3N-K$, que dá o número dos graus de liberdade do sistema com vínculo.

Lagrangeana

A equação de Euler-Lagrange é governada por uma função dinâmica denominada de Lagrangeana (L) . Para sistemas conservativos , em mecânica clássica , a Lagrangeana corresponde exatamente diferenças entre a energia cinética (T) e a potencial (V)

Há pelo menos três vantagens da aplicação desse princípio à mecânica das partículas:

- i) A facilidade no seu emprego para equacionar problemas;
- ii) Não trabalhamos com grandezas vetoriais, como na mecânica newtoniana, mas sim escalares.
- iii) Ele pode ser estendido à teoria de campos e à mecânica quântica.

A aplicação principal de nosso trabalho é resolver a equação de Euler - Lagrange para um pêndulo simples com uma corda elástica.. Consideramos a corda composta por um sistema massa - mola e usamos as coordenadas polares, cujo comprimento da corda corresponde a variável r .

A Lagrangeana é uma função de funções , que chamamos de funcional , e quando o sistema possuir uma energia potencial que dependa do tempo ela passa a ser não-conservativa , mas o lagrangeano continua sendo:

$$L = T - V$$

A Lagrangeana tridimensional para um sistema (conservativo) de N partículas torna-se:

$$L = \sum_{i=1}^N \frac{1}{2} m_i (v_{ix}^2 + v_{iy}^2 + v_{iz}^2) + V(x_i, y_i, z_i)$$

Então a equação de Euler-Lagrange para um sistema conservativo sob vínculos holonômicos é

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}} \right) + \frac{\partial L}{\partial q} = 0$$

Aplicação

Fazendo agora aplicação para o pêndulo acoplado com a corda com mola temos:

Como só temos a massa logo o número de partículas
 $N = 1$

As equações de vínculos do sistema também só tem uma
 $k = 1$

Daí temos os graus de liberdade do sistema : $G.L = 3N - k = 3 \cdot 1 - 1 = 2$
que são as variações da mola da distância radial r e o seu deslocamento angular Θ

Com isso temos

A sua energia cinética :

Energia potencial é :

$$T = \frac{1}{2}m(r^2 + r^2 \Theta^2),$$

$$V = \frac{1}{2}k(r - l)^2 - mg\cos\Theta$$

r^* é a componente velocidade radial

$(r - l)$ é elongação da mola

$r^* \Theta$ é a componente velocidade normal
do sistema

$mg\cos\Theta$ a energia em relação
ao ponto mais baixo da massa.

Com isso a lagrangeana torna-se

$$L = T - V = \frac{1}{2}m(r^2 + r^2 \Theta^2) - \frac{1}{2}k(r - l)^2 + mg\cos\Theta$$

- Usando a equação de Lagrange para cada variável ,obtemos as equações do movimento :

$$m r^{**} - m r^* \Theta^2 + k(r - l) - mg\cos\Theta = 0$$

$$r\Theta^{**} + 2r\Theta^* + g\sin\Theta = 0$$

As respostas desta equações estamos pesquisando outras formas de resolvê-las.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] H. Goldstein – *Classical Mechanics* - Addison - Wesley , 2^a ed.
- [2] Coleção Schaum Murray R. Spiegel - *Mecânica Racional* - Editora McGraw-Hill
- [3] Yuan-qi , Qiang – *Prabblems and Sotions on Mechanics* – Editora Lim Yung-kuo

PAINEL 3.6 - UMA EXPERIÊNCIA DE INFORMATIZAÇÃO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA I PARA O CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Tomás de Aquino Silveira¹, Lev Vertchenko² e José Roberto Faleiro³

Departamento de Física e Química da PUC-Minas

¹tomas@gcsnet.com.br ; ²vertlev@gcsnet.com.br ; ³faleiro@pucminas.br

1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho apresentamos o relato de uma experiência de ensino realizada no Departamento de Física e Química da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas), consistente no emprego de computadores no laboratório da disciplina Física Experimental para a Computação I, integrante do currículo do 2º período do curso de Ciência da Computação da referida universidade.

Iniciamos o trabalho apresentando algumas justificativas para o estudo de Física Básica em um curso de graduação em Ciências da Computação. Entre elas, destacamos:

(A) Um curso superior deste tipo exige uma cultura científica razoável, que habilite a uma interação com outras áreas do conhecimento e técnica, confira um certo grau de independência na criação, e forneça orientação na pesquisa de informações úteis à área (e. g., via Internet).

(B) O estudo da consciência, necessário à abordagem de importantes questões da Inteligência Artificial (o computador poderá substituir completamente a mente humana?) abarca um leque muito grande de áreas do conhecimento, sendo que o envolvimento da Física com este tema estende-se da Mecânica Quântica à Cosmologia.

(C) Métodos e conceitos usados em Física são empregados na elaboração de algoritmos, como os de “redes neurais”.

(D) O cuidado na simples manipulação de *hardware*, como na substituição de placas num microcomputador, exige noções de Física; já o desenvolvimento de *hardware* faz uso de uma Física avançada.

(E) *Softwares* que simulam a realidade, como os “laboratórios virtuais” e certos jogos, processam operações relacionadas a leis físicas.

Como introdução à Física básica, a disciplina Física Experimental para a Computação I ocupa-se em oferecer noções de Mecânica Clássica, logicamente em um nível de curso superior, fazendo uso das ferramentas do cálculo diferencial e integral e enfatizando a notação vetorial. É consenso que a Mecânica Clássica fornece a linguagem inicial para o estudo da Física.

Nesta disciplina, a idéia central no emprego do laboratório, auxiliado pelo computador, é combinar três atividades: o **contato com o fenômeno físico**, o **laboratório virtual** e o **tratamento de dados**.

Na próxima Seção fazemos uma descrição do método e dos *softwares* utilizados. Na Seção 3 descrevemos brevemente as práticas e na Seção 4 apresentamos as conclusões.

2 MÉTODO E SOFTWARES UTILIZADOS

A metodologia empregada na disciplina enfatiza o seu apoio no tripé constituído por: laboratório “comum”, laboratório virtual e tratamento de dados.

O que se entende por laboratório comum é a realização de experiências reais, em que o fenômeno físico ocorre diante do aluno e é por ele medido e, quando necessário, repetido.

Em seguida, o estudante é orientado para fazer o tratamento matemático dos dados: construção e análise de gráficos, cálculo de valores relevantes para a experiência, leis e princípios físicos a serem dali extraídos ou confirmados. Neste momento, entra em ação o computador, por meio do emprego de um aplicativo adequado.

A análise dos dados é feita utilizando-se o programa *Origin 4.1*, da *Microcal Software*, que reúne todo o necessário para permitir a confecção e impressão de gráficos de boa qualidade, incluindo cálculos de ajuste linear, polinomial e outros, com grande facilidade e rapidez.

A terceira atividade é o emprego do “laboratório virtual”, nome com que denominamos aplicativos que simulam eventos físicos na tela do monitor. Estas simulações permitem comprovar resultados obtidos em experimentos reais, compreendê-los sob diferentes perspectivas, observar a influência de fatores ausentes ou desprezados no experimento real (como o atrito com o ar), verificar as alterações do comportamento do sistema com a variação de alguns de seus parâmetros, etc.

As simulações são feitas com o programa *Classical Mechanics Simulation*, (CUPS-CM), produzido por CUPS (*The Consortium for Upper Level Physics Software*), um grupo de 27 físicos que desenvolveu nove “cursos”, cada um integrado por um livro e por um aplicativo, destinado a abranger um tema da Física.

3 DESCRIÇÃO DAS PRÁTICAS

No trabalho que será apresentado, faremos uma descrição dos experimentos realizados, e serão apresentados alguns resultados, inclusive em forma de gráficos, juntamente com fotos das montagem mais interessantes. Neste esboço, colocamos apenas o título da descrição de cada experiência, dissertando brevemente apenas sobre a primeira; as outras serão tratadas mais extensamente no trabalho propriamente dito.

3.1 O que é o laboratório virtual e sua familiarização através de “Um dia nas corridas”

Na primeira aula no laboratório, é travada uma conversa informal sobre o conceito de laboratório virtual. Em seguida, o aluno é convidado a lidar com o jogo “*A day at the races*”, em que ele controla a força aplicada a uma partícula que deve completar uma volta em um circuito oval. É o momento em que se reforça o significado da Segunda Lei de Newton e o conceito de inércia. É acrescentada, no final, uma força de resistência proporcional à velocidade, para que o aluno trabalhe com uma situação mais próxima da realidade.

No final, o professor faz uma pequena exposição sobre os métodos de Euler e de Runge-Kutta que estão sendo empregados no aplicativo, e que estão expostos com algum detalhe na apostila que o aluno tem em mãos. A intenção é tirar a aura de magia que cerca o funcionamento do programa, deixando claro para o estudante que o computador está apenas aplicando a Segunda Lei de Newton e as equações elementares da cinemática, repetidamente.

3.2 Apresentação da análise de dados

3.3 Movimento de projétil

3.4 Simulação do movimento de um projétil

3.5 Lei de Hooke e histerese mecânica

3.6 Simulação do movimento do sistema massa-mola

3.7 Conservação da energia

3.8 Análise energética da queda de um corpo

3.9 Análise energética da oscilação de uma mola

- 3.10 Colisões inelásticas
- 3.11 Simulação de colisões
- 3.12 Conservação da energia em translação e rotação
- 3.13 Dinâmica da rotação

4 CONCLUSÕES

De nossa exposição, ficará claro que **uma parcela razoável da Mecânica pode ser compreendida e estudada pelo aluno**, ainda que com uma **carga horária reduzida** (no caso, 60 horas-aula, sendo 30 horas-aula teóricas e 30 horas-aula no laboratório). O ritmo veloz do andamento das práticas permite utilização do tempo restante para discussões e interpretações do trabalho. O aluno passa a dar maior importância à análise e interpretação de gráficos, uma vez que todo o *output* do CUPS-CM é dado por gráficos. Os programas mencionados permitem **explorações bem mais profundas** dos temas discutidos, o que seria possível com maior carga horária.

Por outro lado, é sensível o **aumento de interesse** dos alunos pelo estudo da Física, tendo sido registrado ainda uma significativa diminuição do índice de reaprovação.

Também pensamos ser de grande proveito a aplicação de um programa dessa natureza a cursos de Engenharia, com alguns refinamentos. Uma adequação necessária seria uma maior ênfase na análise de propagação de erros, que não é dada neste curso por não ser tema de interesse (pelo menos imediato) para a Ciência da Computação.

PAINEL 3.7 - GRADUAÇÃO EM FÍSICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ - CORRELAÇÕES E VISÃO DISCENTE

Prof. Dr.a Polonia Altoé Fusinato (Departamento de Física/UEM)
Prof. MS Aldolino Zermiani (Departamento de Química/UEN, zermiani @ teracom.com.br)
Prof. MS Jucélia G. P. Fregoneis (Departamento de Informática /DIN)
Prof. MS Yoshioki Fukushima (Departamento de Estatística /UEM)
 (Universidade Estadual de Maringá - Av. Colombo, 5790, CEP 87020-900, Maringá, Paraná)

O presente trabalho é parte de um amplo estudo realizado sobre cursos de graduação da Universidade Estadual de Maringá - UEM, dentre eles o de Física, buscando conhecer mais profundamente os problemas inerentes ao processo de ensino-aprendizagem, reaprovação, repetência e evasão.

O curso de graduação em Física foi criado em 1972, com oferta de 40 vagas semestrais na habilitação Licenciatura, em período noturno, passando a funcionar o Bacharelado em 1988. Na terceira série opcional-se, pela habilitação pretendida, podendo concluir as duas. A partir de 1993, o regime dos cursos desta Instituição passou a ser seriado anual.

Para garantir a fidedignidade dos dados utilizados nesta pesquisa, selecionou-se os ingressantes de 1994, que foram acompanhados durante os quatro anos regulares da graduação. Desenvolveu-se um Sistema de Informação, utilizando-se para análise o histórico escolar oficial, objetivando determinar o fluxo, os pontos de acumulação ou represamento em disciplinas, o perfil e o desempenho curricular.

Há uma drástica redução do número de acadêmicos nas séries iniciais do curso de Física, com maior intensidade do primeiro para o segundo ano, e a normalização na evolução dentro da grade curricular nas séries finais, porém com apenas 5%, em média, da clientela inicial. Verifica-se um “espalhamento” dos alunos ao longo de todas as séries curriculares por anos consecutivos, impedindo a evolução normal no curso, formando um contingente que denominamos remanescentes. Este fato (verificado também em outros cursos), gerou na Instituição o crescimento da prática de renovação do Registro Acadêmico através da realização de novo Concurso Vestibular, ocasionando desperdício de vagas e esvaziamento nas séries finais. No presente estudo, quatro alunos ingressantes em 1994 matricularam-se diretamente na quarta série por terem prestado um novo Vestibular, evitando o desligamento por jubilamento.

Além da substancial redução do número de matriculados no curso, no decorrer do tempo, os remanescentes apresentam baixo aproveitamento acadêmico, verificando-se um número considerável de alunos cursando ainda disciplinas da 1ª série após quatro anos do ingresso, impedindo a evolução conjunta do grupo, deixando de atender os objetivos propostos no regime seriado anual. De todos os cursos analisados, o de Física apresenta a menor população de estudantes regularmente matriculados.

Estudou-se a correlação existentes entre as disciplinas de Física, as de Matemática, as de Física e Matemática.

Na análise entre as disciplinas de Física, observa-se um melhor desempenho em Laboratório de Física I, onde verifica-se um índice maior de aprovação. Aparentemente o caráter experimental proporciona melhor oportunidade de desenvolvimento das habilidades próprias e maior envolvimento do aluno.

A disciplina Vetores-Geometria, não é usualmente incluída entre as básicas consideradas mais difíceis, porém nosso estudo mostra que esta, apresenta um índice de reaprovação maior que as demais, isto é, nenhum aluno aprovado em Vetores foi reprovado nas outras disciplinas da 1ª série.

Há uma forte correlação entre Física I e as disciplinas de Matemática. É interessante observar que todos os alunos aprovados em Física I o foram também em Vetores-Geometria e Cálculo I, entretanto o inverso não é

verdadeiro. Este fato sugere fortemente que o aprendizado de Física é que contribui para as disciplinas de matemática, contrariando a premissa de que para um bom desempenho em Física deve-se primeiro cursar as matemáticas.

O aproveitamento nas disciplinas de matemática e física da 2ª série também apresentam dificuldades semelhantes às da 1ª, ressaltando porém que uma análise mais profunda é pouco expressiva devido à redução da amostra estudada (de 41 para 8 alunos).

Um questionário foi aplicado, objetivando informações sobre o curso, pela ótica dos alunos.

De uma forma geral, os dados obtidos apresentam alguns aspectos consensuais: impacto que representa a transição do segundo para o terceiro grau; o despreparo na formação básica; excesso de matéria para estudar e/ou falta de tempo; deficiente interelação professor/aluno quanto à orientação sobre métodos de estudo e/ou esclarecimentos sobre conteúdo e desconhecimento das possibilidades profissionais. Embora o curso de Física seja considerado difícil pelos discentes, há uma alta percentagem dentre eles que se mostra satisfeita com o mesmo, considerando-o dentro da expectativa prevista por eles inicialmente.

Há uma fraca interação professor-aluno do curso de Física desta Instituição, tendo em vista ser este noturno e a maioria do corpo docente desenvolver suas atividades acadêmicas-administrativas em período diurno, exceto com os docentes que ministram disciplinas do curso. Sabe-se que os alunos da Física têm evoluído satisfatoriamente dentro da grade curricular apesar de concluírem o primeiro ano de curso e obterem uma bolsa de Iniciação Científica ou qualquer outro tipo de bolsa, pois se intensifica sua convivência com o corpo docente departamental e com colegas do curso.

Em países do primeiro mundo como, por exemplo, os Estados Unidos, há uma ação constante no sentido de manter o aluno na universidade, procurando atender a necessidade de crescimento indivíduo e sua valorização quanto à maximização de seus talentos, orientando, mesmo os indecisos, a definir suas habilidades e vocação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRAGA, Ronald. Qualidade e Eficiência do Modelo de Ensino Superior Brasileiro. Núcleo de Pesquisa sobre Ensino Superior (NUPES) -USP, São Paulo, outubro de 1989.
2. FUSINATO, P. A. Panorama do Curso de Física da USP no Perfil de seus Alunos. Um estudo do desempenho acadêmico no período de 1989 a 1995. Tese de Doutoramento – FEUSP. São Paulo, 1995.
3. NOEL, Lee et al. Increasing Student Retention. Jossey-Bass Publishers, San Francisco-London, 1987.
4. NOEL, Lee & LEVITZ, Randi. Using a Systematic Approach to Assessing Retention Needs. In: Increasing Student Retention. Jossey Bass Publishers, San Francisco – London, 1987.
5. SCHWARTZMAN, Simon. O Contexto Institucional e Político da Avaliação do Ensino Superior. Núcleo de Pesquisa sobre Ensino Superior (NUPES) - USP, São Paulo, março de 1990.
6. TINTO, Vincent. Dropping Out and Other Forms of Withdrawal from College. In: Increasing Student Retention. Jossey Bass Publishers, San Francisco – London, 1987.

PAINEL 3.8 - DESEMPENHO DOS ALUNOS DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIA NAS DISCIPLINAS DE FÍSICA E MATEMÁTICA UEM - PR

Prof. Dra. Polonia Altoé Fusinato (Departamento de Física)

Prof. Aldolino Zermiani (Departamento de Química. zermiani@teracom.com.br)

Prof. Jucelia G. P. Fregoneis (Departamento de Informática)

Prof. Yoshiaki Fukushigue (Departamento de Estatística)

(Universidade Estadual de Maringá- Av. Colombo, 5790. CEP 87020-900. Maringá, Paraná)

Este trabalho é parte de uma pesquisa de âmbito institucional, tendo por base o projeto "Diagnóstico dos Cursos de Graduação da Universidade Estadual de Maringá", tendo como universo os ingressantes nos cursos de Física, Matemática, Química, Engenharia Química, Engenharia Civil e Engenharia Têxtil do ano de 1994. Esta Instituição tem desenvolvido programas e atividades visando minimizar problemas relativos às dificuldades no processo ensino-aprendizagem, repetência e evasão em seus cursos de graduação. Como parte de uma pesquisa maior, analisamos o desempenho nas disciplinas de Física e Matemática pelos alunos dos cursos supra citados, com estruturas curriculares afins, possibilitando uma análise comparativa entre cursos *versus* séries *versus* disciplinas. Utilizou-se como metodologia a análise do histórico escolar, o estudo comparativo das disciplinas por série e a evolução de cada aluno em sua respectiva grade curricular.

Da análise dos dados dos cursos de Ciências Exatas observou-se certa regularidade no aproveitamento dos estudos a partir da segunda série, porém verifica-se forte diminuição da clientela, em média 75%, na passagem da primeira para a segunda série. Entretanto esta redução não se caracteriza como um abandono total do curso, pois verifica-se que grande parte destes alunos retidos na primeira série, repetem por diversas vezes a mesma disciplina até lograrem aprovação ou desistirem do curso. Este fato gerou no Centro de Ciências Exatas (CCE) e posteriormente em toda a Instituição, uma crescente prática de renovação do Registro Acadêmico (RA) através da realização de um novo Concurso Vestibular. Esta prática é conhecida popularmente como "limpar currículo", visto que no novo histórico acadêmico do aluno, constará apenas as disciplinas em que já obteve aprovação anteriormente, pois as reprovações

aparecerão como disciplinas à cursar. Verificou-se um mesmo aluno com até três Registros Acadêmicos diferentes no mesmo curso acarretando deste modo, desperdício de vagas e esvaziamento das séries finais. Este fato é comum no CCE com maior evidência no Curso de Física, onde a redução é cerca de 85%, não se conseguindo manter a população de ingressantes numa evolução normal no curso, especialmente pelo alto índice de reprovação por falta.

Nos cursos de Física, Matemática e Química a disciplina que apresentou maior índice de reprovación foi Vetores-Geometria. O aproveitamento em Cálculo I e Física I é semelhante, salvo algumas exceções.

Nos cursos das Engenharias observou-se uma redução na população da primeira para a segunda série na ordem de 55%, sendo que os índices de reprovações por nota são superiores às reprovações por falta, em oposição ao ocorrido nos cursos das Ciências Exatas.

O maior índice de aproveitamento na disciplina Física I verificou-se no Curso de Engenharia Química (72%) e o menor no Curso de Química (25%). De modo geral os cursos das engenharias apresentam melhor desempenho comparativamente com os das Ciências Exatas, nesta disciplina.

Para os cursos do Centro de Ciências e Tecnologia (CTC) nas disciplinas de Matemática, o Cálculo I apresenta maior dificuldade do que Vetores-Geometria, observando-se um aproveitamento de 48% no curso de Engenharia Química, 46% em Engenharia Têxtil e 42% em Engenharia Civil, ao passo que em Vetores-Geometria este percentual é respectivamente 67%, 54% e 81%, exatamente o oposto do que se verifica nos cursos do Centro de Ciências Exatas em relação à estas disciplinas.

Em uma análise global verifica-se, em todos os cursos, um percentual ligeiramente superior no índice de aproveitamento na disciplina Física I em comparação com Cálculo I e Vetores-Geometria.

A redução do universo acadêmico é mais acentuado nos cursos de Ciências Exatas em relação aos de Engenharia. No CTC, existe um elevado número de dependentes nas disciplinas das séries iniciais, indicando dificuldades, porém não abandonam o curso com a mesma frequência que os acadêmicos do CCE.

A redução da clientela ocorrida nas séries iniciais dos cursos analisados, tem como reflexo, além do prejuízo à sociedade, a manutenção da mesma clientela cíclica dentro da Instituição, diminuindo a oportunidade a novos ingressantes.

A evasão e repetência, nesta Instituição, tem atingido elevados índices, destacando-se os cursos do Centro de Ciência Exatas e Engenharias, levando a Pró-Reitoria de Ensino e Graduação a empenhar-se na busca de soluções, oferecendo apoio e incentivo para o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BICUDO, Maria Ap. Viggiani. - **Evasão Escolar nos Cursos de Graduação da UNESP**, Universidade Estadual Paulista, 1995.
2. CASTRO, B. A. C.; HAMBURGER, E. W. & RABINOVITCH, S. V. – **Estudo sobre o Desempenho dos Alunos no Curso de Física da USP: A influência da exigência de pré-requisitos e da repetição semestral das disciplinas sobre índices de aprovação no curso de Física da USP**. *Publicações IFUSP* – 787, São Paulo, 1989.
3. FUSINATO, P. A. – **Estudo do Desempenho dos Alunos nas Disciplinas do Primeiro Semestre do Curso de Física da USP em 1991**. *Publicações IFUSP/P* – 1082, São Paulo, Novembro/1993.
4. FUSINATO, P. A. – **Panorama do Curso de Física da USP no Perfil de seus Alunos. Um estudo do desempenho acadêmico no período de 1989 a 1995**. Tese de Doutorado – FEUSP. São Paulo, 1995.
5. HAMBURGER, E. W. – **Proposta para a Melhoria do Curso de Graduação: o Primeiro Ano**. Publicação Interna do IFUSP. São Paulo, setembro de 1990.
6. PRADO, F. D. – **Acesso e Evasão de Estudantes de Graduação: A Situação do Curso de Física da USP**. Tese de Doutorado – FEUSP. São Paulo, 1995.

PAINEL 3.9 - A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO E A PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR NO ENSINO SUPERIOR

Carla B. Zandavalli Maluf de Araújo¹, Maria Inês de Affonseca Jardim² e Régia Avancini Blanch³

¹Centro de Ciências Humanas, Sociais e da Educação ²Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, ³Centro de Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde. Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal UNIDERP – e-mail alfonseca@galanet.com.br

Este trabalho relata a produção, implementação e os resultados de uma atividade interdisciplinar, desenvolvida junto ao Curso de Engenharia /Ciclo Básico da UNIDERP, em Campo Grande, MS. Serão indicados, inicialmente, conceitos básicos acerca do processo ensino-aprendizagem e da interdisciplinaridade; seguidos de dados sobre o desenvolvimento da pesquisa e da atividade de ensino, bem como, dos resultados obtidos em 1998.

A fragmentação do saber estáposta pelo próprio modo de produção da sociedade capitalista, que segmenta processos em partes, desarticuladas entre si, de modo a impedir a noção da totalidade do processo e suas relações com os produtos obtidos. O desconhecimento destas relações implica numa leitura acrítica,

parcial e superficial da realidade humana pois, impossibilita a percepção dos fatos e fenômenos em sua complexidade, historicidade, contradição e movimento.

Este problema incide em todos os âmbitos da atividade humana e, no ensino, não é diferente. Dos anos iniciais de escolarização até os bancos universitários é comum a constatação da distância entre os conhecimentos ensinados na escola e as necessidades práticas da vida cotidiana, bem como, a desarticulação entre as disciplinas de seu currículo. Estas dicotomias trazem consequências diretas ao processo ensino-aprendizagem, pois geram a desmotivação por parte de professores e alunos, dada pela ausência de significados dos conteúdos a serem ensinados e aprendidos.

Neste sentido, vale lembrar que a relação entre sujeito cognoscível e objeto cognoscente é, segundo Vygostky, uma relação mediada, como indica Oliveira(1993, p.57):

Aprendizado ou aprendizagem é o processo pelo qual o indivíduo adquire informações, habilidades, atitudes, valores, etc. a partir de seu contato com a realidade, o meio ambiente, as outras pessoas. (...) Em Vygostky, justamente por sua ênfase nos processos sócio-históricos, a idéia de aprendizado inclui a interdependência dos indivíduos envolvidos no processo. O termo que ele utiliza em russo (obuchenie) significa algo como "processo de ensino-aprendizagem", incluindo sempre aquele que aprende, aquele que ensina e a relação entre essas pessoas.

Deduz-se que, para haver aprendizagem e ensino significativos, é preciso que os elementos presentes nesta relação estejam envolvidos, afetiva e intelectualmente em suas atividades, sejam tocados pelo significado social e particular dos atos que executam.

Um ensino que fragmente as informações e desarticule conhecimentos dificilmente trará em seu bojo envolvimento, intencionalidade e significância.

Santomé, explicitando uma perspectiva tradicional e retrógrada de ensino, infelizmente ainda presente nas escolas, esclarece:

Os professores e professoras ocupavam-se mais de serem obedecidos, de seguir um determinado ritmo nas tarefas a realizar, de propiciar uma memorização de dados quase nunca bem compreendidos; enquanto isso, os alunos geravam estratégias para recordar dados e conceitos que para eles não tinham qualquer significação; portanto, preocupavam-se mais com manter as aparências (...). O menos importante eram os processos de reconstrução cultural que deviam ocorrer nas salas de aula. Na verdade, o que realmente importava eram as notas escolares, que representavam a mesma coisa que os salários para os operários e operárias (Santomé, 1998, p.15).

O mesmo autor chama atenção para a necessidade de mudança do âmbito escolar em razão das alterações significativas pelas quais passa o modo de produção capitalista. Assinala que a globalização das economias, desde a década de 80, requer a transformação dos modos de produção e comercialização e, consequentemente, o desenvolvimento de novas tendências e capacidades, entre as quais a de articulação de informações diversas, indicada pela versatilidade, criatividade; de descentralização de tarefas, que implica na articulação de equipes de trabalho; enfim, as palavras-chave do mundo globalizado são a articulação, a mediação e, portanto, a interdisciplinaridade e a contextualização das informações.

Jantsch citado por Santomé (1998) afirma que a verdadeira interdisciplinaridade supera a mera justaposição ou troca de informações entre disciplinas, pois implica na criação de um **contexto de estudo de âmbito mais coletivo**, aonde as disciplinas envolvidas, estabelecem uma relação de interdependência que resultará em intercomunicação e enriquecimento recíproco e, consequentemente, em uma transformação de suas metodologias de pesquisa, em uma modificação de conceitos, etc.

Santomé, servindo-se das idéias de Jantsch (1998, p.73-74) esclarece:

O ensino baseado na interdisciplinariedade (sic) tem um grande poder estruturador, pois os conceitos, contextos teóricos, procedimentos, etc., enfrentados pelos alunos encontram-se organizados em torno de unidades mais globais, de estruturas conceituais e metodológicas compartilhadas por várias disciplinas. Além disso, depois fica mais fácil realizar transferências das aprendizagens assim adquiridas para outros contextos disciplinares mais tradicionais. Alunos e alunas com uma educação mais interdisciplinar estão mais capacitados para enfrentar problemas que transcendem os limites de uma disciplina concreta e para detectar, analisar e solucionar problemas novos.

A motivação para aprender é muito grande, pois qualquer situação ou problema que preocupa ou interessar os estudantes poderá transformar-se em objeto de estudo.

Os conceitos acima desenvolvidos embasaram a atividade interdisciplinar desenvolvida pelos professores de Química, Física e Metodologia Científica ministradas no Ciclo básico do Curso de Engenharia da UNIDERP.

Vale ressaltar que ações desta natureza vêm sendo desenvolvidas há cinco anos, a partir das necessidades postas por alunos e professores, mas, apenas com a proposição de um projeto de pesquisa¹, houve a sistematização de dados e a avaliação efetiva da importância desta prática para o processo ensino-aprendizagem.

O campo de articulação das diferentes disciplinas foi a produção de projetos de pesquisa, em nível de iniciação científica, por parte dos acadêmicos, estabelecido pela preocupação com a necessidade de superar a mera memorização de conceitos, propiciando condições à problematização, coleta, análise e

sistematização de informações, conforme o rigor científico, relativas a conteúdos de Física e Química, com aplicabilidade em áreas da engenharia.

A ação interdisciplinar abrangeu, em 1998, cerca de 200 discentes, sendo desenvolvida no decorrer do ano letivo, através das seguintes etapas:

1. **Escolha dos temas a serem pesquisados e elaboração dos projetos.** Neste momento os alunos refletem sobre as aplicações das disciplinas Física e Química nos estudos da Engenharia, além de terem que refletir sobre a viabilidade de seus projetos e sobre a elaboração formal dos mesmos, junto às aulas de Metodologia Científica. Nestas aulas são desenvolvidos seminários internos nas respectivas turmas, permitindo uma explanação e defesa do tema escolhido, bem como, a busca de subsídios para argumentação da importância do próprio trabalho, sendo analisados os seguintes fatores: a) Relevância do tema para o curso; b) Correção conceitual; c) Viabilidade de execução; d) Fundamentação Teórica; e) Apresentação formal.

2. **Desenvolvimento da pesquisa.** Nesta fase, dependendo do tema e do tipo de pesquisa escolhidos, os alunos desenvolvem o levantamento, seleção e documentação de fontes bibliográficas; elaboração de instrumentos variados para coleta de dados; implementação de coletas através de entrevistas, visitas, levantamentos; análise qualitativa e quantitativa dos dados, envolvendo, a depender do tipo de pesquisa, análises laboratoriais e tratamentos estatísticos dos dados; sistematização dos dados através da produção de um Relatório de Pesquisa.

3. **Apresentação dos trabalhos.** Nesta etapa os alunos tiveram que expor à comunidade acadêmica a pesquisa através de apresentação de painéis, maquetes e/ou seminários². Para tanto, sistematizaram suas idéias para poder expô-las, tendo, portanto, que utilizar a metodologia adequada à apresentação de trabalhos e/ou comunicações científicas.

Para avaliação da parte metodológica dos projetos acadêmicos foram estabelecidos alguns critérios: a) Caracterização e organização segundo o formulário de Projeto de Iniciação Científica adotado pela Pró-Reitoria de Pesquisa e Desenvolvimento da UNIDERP ; b) itens designados por Roteiro, Fundamentos Teóricos, Proposta, Redação e obediência às Normas da ABNT.

Os temas escolhidos são abrangentes, sendo que setenta e oito por cento (78%) dos mesmos corresponderam a três áreas básicas da Engenharia: civil (34%); elétrica (20%) e ambiental (24%). Levando-se em consideração que o primeiro e segundo anos de Engenharia na UNIDERP são básicos, isto pode ser indicativo de futuras aspirações profissionais.

Constatou-se ainda, que a grande maioria dos alunos conseguiu perceber a indissociabilidade das duas ciências estudadas pois, 89% dos alunos apresentaram trabalhos articulando as disciplinas de Química e Física.

Quanto a avaliação, 90% dos projetos apresentados corresponderam aos índices muito bom e bom, dado o atendimento às exigências formais e de rigor científico postos pela Metodologia Científica, bem como, a presença de fundamentos teóricos e a correção dos conceitos emitidos.

No que toca a aceitação deste tipo de atividade e, portanto, a motivação manifestada pelos alunos, 82% classificaram o desenvolvimento de projetos como muito bom, 13% como bom e 5% como regular.

Frente aos dados obtidos conclui-se que trabalhos interdisciplinares, envolvendo disciplinas com Física, Química e Metodologia Científica, podem ser um eixo catalisador na aprendizagem dos conteúdos de forma significativa. Algo patente quando analisados os fatores originalidade e aplicabilidade dos conteúdos envolvidos nos temas dos projetos. E ainda, a constatação da relação direta entre os assuntos escolhidos e temas ligados ao cotidiano profissional ou vinculados à área de interesse do aluno, permite afirmar que propostas de elaboração de um projeto de pesquisa no ciclo básico podem acentuar tendências, empatias ou amadurecimento na escolha da área de conhecimento a ser assumida pelo acadêmico, além de demonstrar, pelos dados obtidos na avaliação dos alunos sobre a atividade desenvolvida, que se constitui em uma concepção de ensino que permite o domínio, aplicação e produção de novos conhecimentos.

¹O projeto “A produção de projeto de ensino e/ou de pesquisa na dinâmica de aprendizagem dos acadêmicos do ciclo básico de engenharias: métodos e estratégias” foi desenvolvido com recursos da UNIDERP, no período de 1997 a 1998.

²Em 1998, os trabalhos foram expostos na I Semana das Ciências Exatas e Tecnológicas da UNIDERP, havendo apresentações orais para o público.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FAZENDA, Ivani C. A Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa. 2. ed. Campinas: Papirus, 1995.
2. OLIVEIRA, Marta Kohl de . Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico. São Paulo: Scipione, 1993.
3. SANTOMÉ, Jurjo Torres. Globalização e Interdisciplinariedade: o currículo integrado. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

PAINEL 3.10 - INCERTEZAS EXPERIMENTAIS: É POSSÍVEL CONVENCER OS ALUNOS DE SUA UTILIDADE?

L.B. Horodynski-Matsushigue; E.M. Yoshimura; E.W. Cybulska; N.H. Medina e P.R. Pascholati
Instituto de Física da Universidade de São Paulo
E-mail lighia@if.usp.br

Introdução

A necessidade de estabelecer um intervalo de confiança para resultados experimentais está sendo amplamente reconhecida, pois é uma informação essencial para comparações significativas, tanto com valores esperados por considerações teóricas, quanto com outros resultados experimentais[1]. Entretanto, estão sendo acumuladas evidências de que o conceito de incerteza experimental, associado ao intervalo de confiança, é de lenta assimilação para iniciantes em atividades de mensuração[2]. No Instituto de Física da USP estão ocorrendo reformulações didáticas[3] nas disciplinas Física Experimental 1 e 2. Há alguns anos dá-se ênfase a habilidades e atitudes necessárias à adequada obtenção e análise de dados experimentais[4]. Resultados de questionários anteriormente aplicados[4] indicam que os alunos consideram a abordagem válida, porém pouco motivadora. Para complementar estas informações, foi submetido aos estudantes, no segundo semestre de 1998, um conjunto de três questões (respostas anônimas): 1) *expresse, com suas palavras, o significado que você associa à incerteza num resultado experimental;* 2) *na sua opinião, qual o papel da análise de incertezas em um trabalho experimental;* e 3) *exprima em três palavras as características mais marcantes das disciplinas de Física Experimental 1 e 2.*

Resultados

Foram recolhidas, ao todo, 106 respostas ao questionário de um total de 109 alunos freqüentes.

Análise correspondente à primeira questão

Apenas 2 alunos não responderam à primeira questão e um apresentou um impropério (“porcaria nenhuma”). Nos questionários restantes não se identificou respostas iguais, o que é um indicativo da autenticidade das informações. Da ordem de 2/3 das respostas incluem, como ingrediente correto, expressões como: *grau de confiança, flutuação, margem de dúvida, intervalo em que se espera...* Três respostas típicas são apresentadas a seguir (nas respostas estão mantidas a grafia e a pontuação originais):

- “A incerteza experimental expressa o intervalo onde o resultado provavelmente varia.”
- “A incerteza é um indicador da precisão imposta ou possível para determinada grandeza, ela transporta para si erros de leitura, precisão de equipamento, capacidade de estimativa do experimentador e por isso é tão importante quanto o próprio resultado experimental.”
- “A incerteza num resultado experimental mostra a flutuação dos dados experimentais.”

No terço restante, há respostas que apresentam a idéia, incorreta, de necessidade de comparação com valores *esperados ou corretos*, e respostas pouco conclusivas. Dois exemplos do primeiro tipo e um do segundo são apresentados:

- “A incerteza indica qual a distância do valor obtido para o real e se o range do valor obtido inclui o valor real.”
- “A incerteza possui o significado de apresentar o quanto o método de cálculo e experiência são eficientes.”
- “A possibilidade de analisar a precisão e acurácia de uma medida, além de ser um padrão para a observação de erros.”

Análise correspondente à segunda questão

Em 35% das respostas à segunda questão apareceram explicitamente as palavras *importante* ou, mesmo, *fundamental*; em 17% dos casos foi salientado que a análise de incertezas permite *comparações* entre informações. Três frases representativas estão reproduzidas abaixo:

- “É muito importante, pois estabelece e fornece um limite de confiança nos dados experimentais. Com ela, pode-se fazer comparações ou tomar conclusões sobre o que se está analisando.”
- “Como se observou na prática, qualquer resultado experimental apresenta uma incerteza associada. Dessa forma uma conclusão que se baseia em resultados experimentais deve levar em conta as incertezas, para ver se um resultado é estatisticamente compatível ou não.”
- “O papel é auxiliar o experimentador a compreender os dados obtidos”

Análise correspondente à terceira questão

Com relação às 3 palavras representativas, colhidas na terceira questão, a mais freqüente é *trabalho/trabalhosa*, que foi apresentada 26 vezes, sendo 16 em primeiro lugar, 4 vezes em segundo. Com freqüência parecida (25 vezes) nota-se o termo *incerteza* (6 vezes no primeiro lugar; 10 no segundo); a seguir com freqüência aproximadamente metade são verificadas as palavras *interesse/interessante* (5; 7; 2);

estatística (8; 3; 0) e *análise* (3; 7; 1); finalmente, *síntese* (2; 2; 4); *relatório* (3; 1; 4) e *cálculos/calcular* (2; 4; 1). Qualquer outra palavra foi citada 4 vezes ou menos. Destas, 49 citações ao todo referem-se a noções negativas. Assim, há 4 vezes, cada, *cansativa* e *difícil/dificuldade*; 3 vezes cada *desestimulante/desinteressante*; *confuso* e mesmo *angustiante/pavor*. Abaixo estão algumas citações, na seqüência em que foram apresentadas:

trabalhosa	importante	desinteressante
gráficos	análises de dados	síntese
estatística	massante	fundamental
observação	análise	interpretação
pavor(cálculos)	incertezas	mostra a realidade (como são as coisas na prática)
informação	inspiração	transpiração(em ordem crescente)
relatórios	sínteses	curiosidade
bom senso	análise crítica	metodologia científica
paciência	complacência	saco
medir	calcular	analisar
pensamento independente (até demais)	critério	cálculo
preparo	familiarização	interesse
instrutiva	realista	trabalhosa
interesse	sacrifício	descoberta
funciona!!	Suga	Amplia
incerteza(conceito)	incerteza(propagação)	incerteza(estimativa)
trabalho	trabalho	trabalho!!!
interessante	criativa	rígida

Manifestações Livres

No questionário foi ainda aberto um espaço para livre manifestação dos alunos, que foi utilizado por 45 deles, portanto por quase metade dos respondentes, o que demonstra um bom engajamento dos estudantes com a atividade. A solicitação mais freqüente (13 vezes) é um maior entrosamento entre o laboratório e as disciplinas teóricas. De outro lado, e de forma previsível, apareceram reclamações (11 vezes) quanto à falta de tempo e/ou excesso de trabalho e, também, quanto à falta de um caminho pré-estabelecido, pela apostila ou pelo professor (10 das intervenções). Por fim, como seria também de esperar, há comentários (ao todo 9) sobre a *estatística* da teoria de incertezas e sua dificuldade. De modo geral, os comentários podem ser considerados antes negativos do que positivos. Uma seleção de comentários é apresentada:

- “Talvez, na minha opinião, tenha faltado um pouco de **teoria** por trás das ferramentas estatísticas que utilizamos durante o curso, ou seja, deveríamos aprender mais porque essas ferramentas funcionam do jeito que as utilizamos.”
- “Observação final. Apesar de todos os problemas (muitos criados por nós, alunos inexperientes) o curso é bom!”
- “O curso é dado de tal maneira que não nos faz sentir gosto pela física experimental (embora maravilhosa). O tempo para a realização das experiências não é suficiente para que nós (alunos) possamos analisar todos os aspectos possíveis. Por outro lado, a equipe de professores é muito boa, dando sempre a atenção necessária aos alunos. (toda regra tem sua exceção)”
- “Gostaria que as disciplinas experimentais fossem mais integradas à disciplina teórica oferecida. Assim, poderíamos avaliar na prática aquilo provado e estudado nas disciplinas teóricas, percebendo, também, as limitações dos modelos teóricos. Essa última parte já é feita no laboratório, porém, a inexistência de um modelo teórico sólido dado em aula, pode atrapalhar não só a compreensão do experimento como limitar a análise dos dados.”
- “Acho que as apostilas poderiam ser menos obscuras. Embora a intenção seja encorajar pensamento independente, as apostilas poderiam ser bem mais claras sem prejuízo para os objetivos das disciplinas.”
- “Construtivismo é uma droga.”

Conclusões

Fica evidente pelos resultados do presente questionário que há possibilidade de convencer estudantes ingressantes em cursos de Bacharelado de Física (e afins) da importância, utilidade e/ou necessidade de se apresentarem resultados experimentais acompanhados de seus intervalos de incerteza. Mais do que isto, há indícios fortes que os alunos se apropriaram de alguns conceitos importantes da teoria estatística de incertezas. Entretanto, no caso do presente estudo, isto foi obtido às custas de trabalho considerado excessivo por fração considerável dos estudantes. As atividades também foram julgadas como pouco

motivadoras por parte dos alunos. Analisando o conteúdo das palavras-chave que caracterizam as disciplinas segundo os estudantes, se for incluído o conceito *trabalhoso*, há 29% do total com julgamentos negativos sobre as disciplinas, sendo estes menos numerosos no noturno (23%), o que pode ser associado a um maior amadurecimento destes alunos. Entretanto há, conforme pode ser observado pelas citações apresentadas, também uma quantidade considerável de conceitos positivos, encabeçados pelo termo *interessante*. No conjunto de 106 questionários respondidos há ainda 13 intervenções explícitas (12%) a favor de um maior entrosamento entre teoria e experiência.

As informações colhidas serão levadas em consideração no replanejamento das atividades das disciplinas, para 1999.

Referências

- [1] C F Dietrich, *Uncertainty, Calibration and Probability: The Statistics of Scientific and Industrial Measurement*, 2^a. edição, Adam Hilger, Bristol, 1991
- [2] R Journeaux e M G Séré, *Traitemet statistique des incertitudes en physique: problèmes scientifiques et didactiques*, Eur J Phys 15;286-292(1994)
- [3] L B Horodynski-Matsushigue, P R Pascholati, J H Vuolo, M -L Yoneama, J F Dias, P T D Siqueira e M Amaku, *Uma Proposta para o Laboratório Didático de Física de 3º Grau: Física Experimental I e II do IFUSP*, XIII Simpósio Nacional de Ensino de Física - Novos Horizontes, 27 a 31-1-1997, Belo Horizonte, in anais pág. 100.
- [4] L B Horodynski-Matsushigue, P R Pascholati, M Morales, M -L Yoneama, J F Dias, W A Seale e P T D Siqueira, *Os Objetivos do Laboratório Didático na Visão de Alunos Ingressantes no Bacharelado em Física do IFUSP e de seus Professores*, Rev Bras Ens Fís 19(2);287-297(1997)

PAINEL 3.11 - UM EXPERIMENTO OPTATIVO COMO AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM EM UM CURSO INTRODUTÓRIO DE LABORATÓRIO DE FÍSICA

L.B. Horodynski-Matsushigue; E.M. Yoshimura; E.W. Cybulska; N.H. Medina e P.R. Pascholati

Instituto de Física Universidade de São Paulo

E-mail lighia@if.usp.br

Introdução

A avaliação de aprendizagem nos laboratórios didáticos tem-se constituído em fonte de insegurança e insatisfação para professores e alunos[1]. A forma tradicional de proceder, que se resume em afixar notas em *relatórios* ou atribuir peso demasiado a uma ou várias provas escritas, exclui aspectos importantes da avaliação de desempenho, frente aos objetivos que podem ser traçados para o laboratório[2]. A restruturação de disciplinas experimentais que está em andamento[3] no Instituto de Física da Universidade de São Paulo - IFUSP - está progressivamente atacando esta problemática, tentando, porém, manter um controle conveniente da situação didática.

As disciplinas Física Experimental 1 e 2 do IFUSP são oferecidas aos estudantes ingressantes nos cursos de Bacharelado em Física, Geofísica e Meteorologia. Elas ocupam 4 horas semanais de aulas dos 2 primeiros semestres e têm entre seus objetivos a familiarização com técnicas experimentais, a sistematização e o tratamento de dados, além do aprendizado da teoria de incertezas[3]. Esses conceitos são introduzidos paulatinamente à medida que os experimentos programados são realizados. Estes, 6 ou 7 por semestre, são desenvolvidos em geral em duas aulas cada um. Inicia-se com a verificação, através de repetições de medições em condições iguais, de que a incerteza dos valores obtidos faz parte do trabalho experimental. A partir daí introduz-se os métodos correntes de tratamento e análise de dados. Ao mesmo tempo, a disciplina pretende que o aluno aprenda a observar criticamente o resultado de seu experimento, compará-lo com o de outros experimentadores e tirar conclusões a partir dessa análise. Os instrumentos que são utilizados pela equipe de professores são a elaboração de relatos sintéticos (sínteses, de todos os experimentos, feitas em grupo e corrigidas sem atribuição de nota) e de relatórios completos (individuais, dois por semestre, para avaliação) e a discussão em sala de aula (nas aulas semanais e em uma aula síntese comum a todos os alunos) dos resultados coletivos. As disciplinas não têm a preocupação fundamental de acompanhar o conteúdo das disciplinas teóricas concomitantes, nem a de complementá-lo. Os princípios físicos em que se fundamentam os experimentos e procedimentos, quando não foram adquiridos pelos alunos em seu currículo normal, são esclarecidos de forma rápida pelo material escrito (apostilas) e discutidos no transcorrer de cada aula de laboratório. O material didático, além do livro de J R Vuolo *Fundamentos da Teoria de Erros*[4], é constituído apenas da apostila da disciplina que, propositalmente, não fornece todas as informações necessárias para a execução do experimento, de tal modo que o aluno é obrigado a tomar decisões sobre a melhor maneira de proceder, de forma cada vez mais ampla, conforme vá sendo exposto às situações de medição mais comuns. Esse encaminhamento visa um amadurecimento e desenvolvimento da auto-confiança e auto-suficiência. Espera-se que, ao final do primeiro ano do curso o aluno tenha desenvolvido algum espírito crítico e tenha assimilado o papel desempenhado pelas incertezas

em trabalhos experimentais, de modo a poder aplicar a teoria de incertezas a situações novas. Como forma de avaliar essa meta da disciplina e, ao mesmo tempo, constituir-se em uma motivação adicional, foi introduzido, neste ano (1998), no programa de Física Experimental 2 o encaminhamento e a execução do último experimento de uma forma mais autônoma: o aluno escolhia o experimento a ser feito, desde que com o uso dos equipamentos disponíveis no laboratório didático.

Descrição da proposta:

Desde o início do semestre letivo comunicou-se aos alunos que seria realizado um experimento optativo, como fecho da disciplina. Eles foram estimulados a iniciar a busca de opções de experimento, discutindo com seus colegas e com os professores sobre a viabilidade da proposta. Dessa forma foi mantido um canal aberto que visava diminuir a insegurança natural do aluno ante a nova situação, já que, infelizmente, é raro que opções deste tipo sejam apresentadas aos alunos, ao longo do curso.

A concretização do experimento foi realizada em três etapas, paralelamente ao desenvolvimento dos outros experimentos da disciplina, ao longo de praticamente um terço do semestre. Na primeira etapa solicitou-se do aluno a apresentação de uma proposta, contendo *objetivos* definidos pelo grupo de alunos e *descrição sucinta da metodologia de tomada e de análise de dados*, dentro do padrão das 2 disciplinas (havia uma semana livre para visita a uma exposição dos equipamentos disponíveis e discussão com os professores do curso). A fase seguinte consistia no julgamento desta proposta pela equipe de professores, quanto à viabilidade, à clareza de objetivos, à participação efetiva do grupo na sua elaboração (não foram aceitas cópias de experimentos existentes) e ao uso correto dos métodos de análise experimental desenvolvidos durante as disciplinas. Esse julgamento era, então, discutido com a equipe de alunos e a proposta era retornada a eles para eventuais modificações. A terceira etapa, execução do experimento, foi realizada em duas semanas consecutivas de aula, incluindo a análise dos dados e elaboração de conclusões. Cada grupo de alunos de uma classe executou um experimento diferente, mesmo que, por vezes, com material semelhante.

Os alunos que não elaboraram proposta, ou cuja proposta não chegou a um termo satisfatório, receberam as instruções de um experimento-padrão e, se sorteada esta atividade (com 1/3 de chance) para a realização do 2º relatório individual, perderam 30% da nota de avaliação.

Resultados e Conclusões

Verificou-se que a absoluta maioria dos alunos (mais de 90%), mesmo quando houve hesitações e/ou reclamações iniciais, engajou-se de forma ativa, tomando o experimento como efetivamente *seu*, promovendo durante a sua execução discussões pertinentes com o colega de equipe e recorrendo ao professor apenas para comentários e opiniões quanto a alternativas colocadas pelos próprios alunos. Para que a proposta se encaminhasse desta forma foram essenciais: (i) a crítica construtiva feita pela equipe de professores à proposta original dos alunos, contendo alertas sobre lacunas e possíveis dificuldades; (ii) a possibilidade dos alunos utilizarem os plantões de atendimento normais e extraordinários que os professores colocaram à disposição, para irem aperfeiçoando as idéias originais quanto à obtenção e análise de dados, frente aos objetivos que haviam se colocado. Parte da minoria que não participou efetivamente da atividade o fez por opção de economia de tempo. Um monitor, aluno de sexto semestre foi pouco procurado pelos alunos, o que resultou numa atuação menos eficaz do que inicialmente imaginada pela equipe de professores.

Dentro das regras estritas de escolha de experimentos, a criatividade ficou um pouco tolhida, entretanto, em parte como fruto das sucessivas interações prévias com os professores, os objetivos foram se aprofundando de forma diferente para cada equipe. Assim, um *estudo de molas* resultou em: (i) comparação de 2 molas aparentemente iguais, quanto à sua constante de elasticidade, considerando criticamente as incertezas de medição; (ii) verificação da relação entre o período e a constante da mola, utilizando molas diferentes; (iii) na tentativa de estabelecer a relação entre a constante elástica e características da mola, tais como espessura do fio, número e tamanho das espiras, etc. De forma análoga, a difração da luz de um laser foi utilizada para: (i) determinar o seu comprimento de onda, utilizando 4 fendas de tamanho conhecido (dentro de 5 %); (ii) determinar a espessuras dos fios de cabelo de colegas da classe. É interessante notar também que duas equipes, que incluíam técnicos em eletrônica, num primeiro momento, quiseram utilizar fios de cobre para estudar a relação da resistência elétrica com as características dos fios; questionados, encaminharam-se, respectivamente, para a medição em fios de níquel-cromo (NiCr) e em grafite de lápis (que resfriaram com água para manter a temperatura e cuja resistividade determinaram, de forma correta, como não compatível com a tabelada do carbono). Houve, ainda, trabalhos sobre ressonância em sistemas mecânicos, entre eles a medição das freqüências correspondentes às notas musicais em uma corda de violão com comprimento alterado, de forma análoga ao que se obtém pela pressão dos dedos do guitarrista.

De um modo geral os experimentos propostos pelos alunos referiram-se a assuntos relacionados à Mecânica, tratada nas disciplinas teóricas concomitantes. Verificou-se, também, que apesar de permitido e, por vezes, até incentivado, poucos alunos se propuseram a investir nos experimentos realizados durante os 2 semestres, de modo a melhorar-lhes a precisão ou as informações obtidas. Duas exceções marcantes foram a adaptação de um fásicador a um pêndulo, visando obter um valor de *g* mais acurado, e o estudo da

influência das paredes sobre a força viscosa que atua sobre um objeto que se movimenta em óleo, neste caso alterando o diâmetro do vasilhame que o continha.

Do ponto de vista didático, o resultado mais promissor é que a maioria dos alunos aplicou de fato os conceitos e habilidades básicas, que haviam sido anteriormente trabalhados durante as experiências programadas, às situações novas e concretas de tomada e análise de dados proporcionadas pelo experimento optativo. Assim, a grande maioria percebeu a vantagem de análises gráficas e linearizações na avaliação da qualidade de dados; praticamente todos se propuseram a, se possível, repetir medidas e apresentaram os resultados finais acompanhados de um intervalo de confiança. Como fator negativo foi observado que a época escolhida para a atividade (final de semestre), se bem que conveniente como avaliação, impediu que alguns alunos, em particular os do noturno, empenhassem tanto tempo quanto desejável. A exigüidade de tempo impossibilitou programar um retorno mais efetivo, após a correção das sínteses entregues, para a globalidade dos alunos. Isto poderia ser proporcionado, por exemplo, através de seminários de apresentação e discussão dos resultados obtidos por cada equipe.

Referências

- [1] A P French, *Some thoughts on introductory physics courses*, Am J Phys 56(2);110-113(1988)
- [2] L B Horodynski-Matsuhigue, P R Pascholati, M Morales, M -L Yoneama, J F Dias, W A Seale e P T D Siqueira, *Os Objetivos do Laboratório Didático na Visão de Alunos Ingressantes no Bacharelado em Física do IFUSP e de seus Professores*, Rev Bras Ens Fís 19(2);287-297(1997)
- [3] L B Horodynski-Matsuhigue, P R Pascholati, J H Vuolo, M -L Yoneama, J F Dias, P T D Siqueira e M Amaku, *Uma Proposta para o Laboratório Didático de Física de 3º Grau: Física Experimental I e II do IFUSP*, XIII Simpósio Nacional de Ensino de Física - Novos Horizontes, 27 a 31-1-1997, Belo Horizonte, in resumos pág 100
- [4] J H Vuolo, *Fundamentos da Teoria de Erros*, 2^a. edição, Editora Edgard Blücher, São Paulo, 1996

PAINEL 3.12 - COMPREENSÃO DE GRÁFICOS DE CINEMÁTICA EM FÍSICA INTRODUTÓRIA

D.A. Agrello e Reva Garg

Instituto de Física, Universidade de Brasília,

70910-900 Brasília, DF, Brasil

P.O. Box 04455

e-mail reva@unb.br

Um gráfico descrevendo um evento físico permite-nos reconhecer facilmente dados, que em uma tabela são mais difíceis de visualizar. Os gráficos resumem uma grande quantidade de informações que podem ser facilmente percebidas. A habilidade de trabalhar confortavelmente com gráficos é uma ferramenta básica dos cientistas.

Tem-se dado muita atenção ao tópico “cinemática - o movimento dos objetos” em aulas de física introdutória. Talvez a mais importante razão para analisar a habilidade dos estudantes em interpretar gráficos de cinemática seja o seu vasto uso como ferramenta de ensino. Uma vez que os gráficos são um eficiente pacote de dados, eles são usados quase como uma segunda linguagem.

Os professores de física freqüentemente constatam que seus estudantes não conseguem usar gráficos para representar uma realidade física. Vários estudos tem mostrado que os estudantes que estão começando Física Introdutória entendem os conceitos básicos da construção de gráficos, mas tem dificuldades em analisar estes gráficos no laboratório. Beichner¹ propôs um modelo para criar testes tipo múltipla escolha que podem ser usados tanto como diagnóstico quanto como auxiliar na instrução. Depois de pesquisa detalhada, ele elaborou um teste contendo 21 questões tipo múltipla escolha (TUGK - Test of Understanding Graphs in Kinematics). Este teste foi aplicado a alunos na Universidade do Estado da Carolina do Norte-USA e também a alunos terminando a high school. Este teste foi traduzido por nós² e utilizado na análise de várias turmas de primeiro semestre de 1998 na Universidade de Brasília. Testamos nossos estudantes com a intenção de ajudá-los em seu desempenho no decorrer do curso de Física I. Neste curso temos condições de medir posição, velocidade, aceleração e tempo, obtendo dados que podem ser analisados através de vários gráficos tipo posição(x) versus tempo(t), velocidade (v) versus tempo (t) e também log x versus log t.

Todos os estudantes testados já tinham tido contato com cinemática no curso de segundo grau. Os professores que aplicaram os testes foram voluntários. Os testes foram aplicados a 228 estudantes recém-chegados a Universidade, a maioria deles sem nenhum conhecimento de Cálculo. Os testes foram feitos nas primeiras semanas do semestre, com a intenção de testar as dificuldades dos alunos e analisá-las. Foram feitas comparações entre os diversos cursos, assim como uma relação entre o desempenho dos alunos no teste com as escolas de onde eles eram oriundos e o número de vagas por curso no vestibular de 1998. Só foram testados alunos dos cursos de Ciências Exatas. Fizemos também uma comparação entre os nossos estudantes e aqueles testados por Beichner¹. Os estudos comparativos mostraram que os estudantes da UnB parecem ser melhor preparados que os americanos para lidar com os gráficos de cinemática.

Perguntamos aos alunos que fizeram o teste se eles tinham cursado o segundo grau em escolas públicas ou em escolas privadas. Os dados mostram que apesar de o índice de acerto dos alunos das escolas públicas ser menor que o das escolas privadas, os resultados não são muito diferentes. Embora isto nos tenha causado alguma surpresa, devemos levar em conta que a UnB é uma das melhores Universidades do país, sendo que em Brasília o ensino público é um dos melhores do Brasil. Também devemos considerar o fato que os alunos que ingressam na UnB são provavelmente os melhores em suas respectivas áreas em Brasília. Os resultados poderiam ser diferentes considerando outras regiões do país.

Comparamos alunos de diversos cursos, e evidentemente, o nível de acerto das respostas também dependem do curso escolhido. Gostaríamos de enfatizar que os métodos de ensino necessitam de modificações de acordo com a habilidade dos estudantes em uma sala de aula. O ensino nos cursos tidos como básicos não deve ser ministrado igualmente para todas as áreas de conhecimento, porque os alunos iniciantes não têm o mesmo nível de formação.

Os nossos estudos mostram também que a nata dos estudantes já não está nos cursos de Física. Antigamente somente os melhores alunos faziam os cursos de Ciências. Hoje isso não é mais uma realidade. Muitas mudanças nos currículos têm sido sugeridas, não só aqui, mas em outros países também. Com as mudanças no mundo ocorrendo cada vez mais rapidamente, é essencial uma maior flexibilização e adaptação dos currículos atuais. Alguns educadores atribuem o baixo número de estudantes que se formam em ciências físicas a preparação deficiente ou excessiva consciência de carreira dos estudantes hoje em dia.

Referências:

1. Robert J. Beichner, "Testing student interpretation of kinematics graphs", Am. J. Phys. **62** (8), 750-762 (1994).
2. Robert J. Beichner, "Test of Understanding Graphs Kinematics", versão 2.6; sua tradução para o português por R. Garg e D. A. Agrello, www.ncs.edu/per/TestAccess.html

PAINEL 4.1 - ALTERNATIVAS PARA APERFEIÇOAR O SABER DOCENTE NUM PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA

BERNASIUK, M. E. B.; GALLI, C.; BRAUN, L.F.M. e STRECK, E. E.
Faculdade de Física, PUCRS - Av. Ipiranga, 6681 - Porto Alegre, RS - CEP:90619-900

Introdução

As necessidades e os problemas apresentados por um grupo de professores de Física de escolas de nível médio, levou o Grupo de Ensino da Faculdade de Física a elaborar um programa de atividades visando propiciar a esses professores, diversificadas vivências pedagógicas, integrando a sua formação com a educação continuada. Com esse objetivo, utilizamos a pesquisa como forma de construção e compreensão do conhecimento [3], de construção da autonomia e de construção da qualidade de formação de professores [2].

Tomamos como ponto de partida que, num processo educativo, o contato entre professor-tutor e alunos-mestres e entre estes e os alunos do ensino médio deve ser construtivo e participativo, onde o aluno deve ser considerado o sujeito da aprendizagem, parceiro da construção do conhecimento e não um simples objeto de treinamento.

Propusemos a prática da reflexão na ação e sobre a ação, valorizando o saber docente e o reconhecimento deste [1], em busca de alternativas que possibilitassem o aperfeiçoamento, a atualização do conhecimento científico e a instrumentalização desses professores de Física [4].

Neste sentido, o programa esteve articulado com o desempenho profissional dos alunos-mestres considerando as escolas como lugares de referência, pois, é nestas que se dispõe dos dados necessários à investigação de situações de ensino-aprendizagem e que se conta com processos coletivos de reflexão.

Metodologia

O programa de atividades proposto foi estruturado em três etapas. Na 1^a etapa foram desenvolvidas tarefas com vistas à qualificação, aprofundando os conhecimentos básicos, e estimulando os alunos-mestres a ler, pesquisar, questionar, refletir, discutir, criar alternativas próprias e construir equipamentos de baixo custo que pudessem ser utilizados com os seus alunos do ensino médio. Foi incentivada a inovação no sentido de acrescentar conotações pessoais nas suas aulas, relacionando-as com o cotidiano dos alunos de modo a motivá-los e mobilizá-los a participar do processo ensino-aprendizagem. Procuramos manter a indissociabilidade entre as aulas práticas e as teóricas, reforçando a idéia de que a Física é basicamente uma ciência experimental. Para tanto, a apresentação dos conteúdos referentes à Fenômenos Luminosos, Luz e Introdução à Mecânica Quântica, foi acompanhada por demonstrações ou abordada mediante atividades experimentais desenvolvidas em pequenos grupos. Objetivando uma atualização dos alunos-mestres sobre pesquisas recentes e aplicações tecnológicas, foram apresentadas palestras por especialistas convidados.

A pesquisa foi utilizada no contexto de sala de aula e fora dela. No primeiro caso, os alunos-mestres vivenciaram uma pesquisa referente às concepções alternativas em óptica geométrica. No segundo caso, durante a 2^a etapa do programa, os alunos-mestres, orientados pelos professores-tutores realizaram uma pesquisa individual nas escolas de ensino médio, com seus alunos. Esta foi uma das maneiras de contribuir com a idéia de que cada professor elabore o seu projeto pedagógico centrado na participação dos seus alunos e na construção do conhecimento.

Na 3^a etapa os alunos-mestres apresentaram aos colegas e aos professores os resultados das suas pesquisas, possibilitando discussões e trocas de experiências entre os participantes.

Resultados e Conclusões

Para verificar se o objetivo proposto foi atingido, questionou-se aos alunos-mestres sobre as atividades que deram suporte para a realização da pesquisa individual. Também foram analisadas, a partir dos relatórios individuais, as opiniões dos alunos-mestres e dos alunos do ensino médio sobre sua participação na pesquisa. Os resultados indicam uma mudança na atitude dos alunos-mestres em relação à sua concepção de aprendizagem e de pesquisa, o que pode ser observado nas discussões que ocorreram durante a 3^a etapa e em depoimentos pessoais.

A nova maneira de conceber a relação teoria-prática refletiu-se, principalmente, na prática de ensino dos alunos-mestres em suas escolas, como indicam os depoimentos de alguns alunos do ensino médio extraídos de relatórios individuais apresentados pelos alunos-mestres.

Durante a apresentação dos resultados das pesquisas individuais, vários alunos-mestres comentaram da sua satisfação não somente por terem ampliado seus conhecimentos, inovado, refletido sobre sua prática e realizado uma pesquisa, mas também por terem provocado mudanças nas suas escolas, tais como: apoio da direção para execução das pesquisas; aquisição de material de laboratório; cedência de espaço físico para os Laboratórios de Física; reativação de Laboratórios de Física; melhor participação dos alunos nas aulas de Física; e a manifestação de interesse dos colegas de trabalho em realizar um trabalho semelhante, entre outras.

Os problemas levantados durante as apresentações foram diversificados, pois no grupo alguns alunos-mestres estavam no início da carreira, enquanto outros já possuíam experiências pedagógicas. Este fato foi valorizado

durante todas as etapas do curso, pois sabemos que, num processo de educação continuada, devemos ter como ponto de partida o saber docente [1].

Em função do grau de satisfação demonstrado pelos alunos-mestres no decorrer do programa e da manifestação de interesse em participar de um grupo permanente de estudos na Faculdade de Física da PUCRS, de oficinas pedagógicas e de cursos de aperfeiçoamento, espera-se que estimulem seus pares a participar de programas de educação continuada que estão sendo oferecidos pela FFPUCRS. Até porque, os participantes tiveram a oportunidade de vivenciar um programa de atividades com objetivos e metodologias muito diferentes daqueles geralmente utilizadas nas “reciclagens de professores” (refazer o ciclo) ou em “cursos de treinamento”.

Ressaltamos finalmente que, com as atividades propostas, buscou-se não só modificações metodológicas, mas também uma nova postura do professor de ensino médio frente ao processo de ensino e aprendizagem, além de motivá-lo para a educação continuada.

Agradecimentos

Este trabalho fez do Programa PRÓ-CIÊNCIAS/CAPES/FAPERGS.

Referências Bibliográficas

- [1] CANDAU, V.M.F. *Formação continuada de professores: tendências atuais*. In: REALI, A.M.M.R. & MIZUKAMI, M.G.N., *Formação de professores: tendências atuais*, São Carlos: EDUFScar, 1996, 182p.
- [2] CARVALHO, A. M. P. & GILL-PÉREZ, D. *Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações*. Revisão Técnica Anna Maria Pessoa de Carvalho. São Paulo: Editora Cortez. 1993. 109p.
- [3] DEMO, P. *Qualidade e Educação*. Campinas: Papirus, 1994. 160p.
- [4] NÓVOA, A. *Concepções e práticas de formação continuada de professores*. In: NÓVOA, A. (org) *Formação contínua de professores: realidade e perspectivas*. Aveiro: Universidade de Aveiro, 1991.

PAINEL 4.2 - MELHORIA DO ENSINO DE MATEMÁTICA E FÍSICA NO 2º. GRAU EM SÃO CARLOS E REGIÃO VIA INTEGRAÇÃO UNIVERSIDADE- ESCOLA

A. J. A. de Oliveira¹, J. M. Póvoa² e R. R. Paterlini³

¹Dep. de Física- Universidade Federal de São Carlos – e-mail : adilson@power.ufscar.br

²Dep. de Física- Universidade Federal de São Carlos – e-mail : djpo@power.ufscar.br

³Dep. de Matemática - Universidade Federal de São Carlos – e-mail : pilini@dm.ufscar.br

Um dos grandes desafios para o ensino, em particular nas áreas de Física e Matemática, é apresentar conteúdos, que em princípio são considerados “difíceis”, “complicados” e “com pouca utilidade prática”, na fala dos alunos e dos professores. Outro fator importante são as recentes descobertas científicas e tecnológicas que a imprensa divulga, quase sempre de uma forma imprecisa. Normalmente os alunos recorrem aos professores da área de ciências para esclarecer essas dúvidas, contudo, estes relatam que não se julgam preparados para respondê-las. Dessa forma, há uma necessidade constante de se atualizarem, adquirindo novas habilidades técnicas e pedagógicas ou reorganizando seus antigos conhecimentos, construindo assim modelos da realidade sempre mais abrangentes e modos de atuação criativos e inteligentes. Essa necessidade de atualização está hoje posta em evidência devido à emergência do modelo de desenvolvimento globalizado e suas implicações no mercado de trabalho. Os cursos de formação continuada tem sido uma alternativa para a melhoria na formação e atualização de conhecimento dos profissionais de ensino. Dentro desse espírito os Departamentos de Matemática e Física do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal de São Carlos estão desenvolvendo um projeto que visa não só a atualização, mas levar os professores do ensino médio de Matemática e Física a uma reflexão sobre as suas práticas, dentro de uma proposta baseado no modelo “construtivo-colaborativo”, no qual todos os participantes são convidados a planejar e executar, avaliar e refletir as atividades, proporcionando oportunidades de redirecionamento constante do programa.

As atividades se desenvolvem através de dois momentos diferenciados mas complementares: as fases intensivas e as fases intermediárias. Nas fases intensivas são realizadas atividades de estudo, incluindo atualização de aspectos conceituais, técnicos e pedagógicos das matérias propostas. Para as fases intermediárias se propõe o acompanhamento da ação pedagógica do professor. As reuniões realizadas nos períodos intermediários são dedicadas à preparação de aulas que implementem uma idéia original, a relatos sobre o fazer pedagógico nas escolas, novas experiências, dificuldades e influência dos estudos realizados nos períodos intensivos sobre a conduta pedagógica cotidiana do professor.

Na proposta deste trabalho de melhoria do ensino do segundo grau, temos como objetivos básicos o seguinte:

- 1.- Melhoria do ensino de Matemática e Física na rede pública do Ensino Médio.
- 2.- Interação prolongada Universidade-Escola através da construção conjunta de uma sistemática de atividades de atualização e reflexão sobre a atividade pedagógica.

3 - Cooperar com a valorização profissional dos professores, orientando-a para a mudança da atividade pedagógica.

4 - Cooperar para a superação do fracasso escolar na rede pública.

5 - Fornecer subsídios para um entendimento mais efetivo para a transformação do conhecimento acadêmico avançado em conteúdo de ensino para as escolas do Ensino Médio .

6 - Melhorar os cursos de Licenciatura em Matemática e Física da UFSCar mediante esta interação Universidade-Escola, trazendo modificações na forma de ver a formação do futuro professor e proporcionando aos licenciandos oportunidades mais precoces de participação da realidade escolar.

7 - Trazer subsídios para pesquisa e publicações na área de ensino de Matemática e Física.

Neste trabalho a principal característica a interação entre os professores da Universidade e da rede pública do Ensino Médio mediante a construção partilhada de atividades de estudo e de reflexão sobre a ação pedagógica. Esses momentos de estudo e reflexão são cuidadosamente preparados, com ampla participação de todos os envolvidos, de modo que sirvam de substrato a ações dirigidas para a modificação e ampliação do modelo de ensino vigente. São escolhidos temas de estudo que têm implicação direta no ensino do Ensino Médio, e atividades que contemplam tanto o ponto de vista técnico quanto o pedagógico. Nas tabelas 1 e 2 podemos observar o número de escolas e participantes bem com a escolaridade e formação dos mesmos.

D. E.'s envolvidas	no. de escolas	no. de professores
São Carlos	19	40
Araraquara	05	05
Jaboticabal	06	12
Batatais	02	04
Porto Ferreira	03	03
Lins	02	01

Tabela 1 – Número de escolas e participantes do projeto

Curso universitário	Na área de atuação (Matemática e Física)		Em outra área	
	Licenciatura	Bacharel	Licenciatura	Bacharel
Completo	50	02	05	06
Incompleto	02	----	----	----

Tabela 2 – Escolaridade dos professores participantes do projeto

Algumas dificuldades têm sido encontradas, talvez até mesmo pela inexperiência de atuar em projetos desse tipo, as quais têm felizmente sido resolvidas, dentre elas gostaríamos de destacar duas:

- Dificuldade que têm os professores universitários em observar a problemática do ensino médio, já que essa atividade não se encontra inserida no dia a dia do professor do ensino superior. Tentando superar essa dificuldade temos discutido as mudanças ocorridas nas escolas, assim como procuramos estar a par das idéias mais recentes no que se refere ao ensino de Matemática e Física. Os professores supervisores e ATP da DE de São Carlos têm nos auxiliado nessa tarefa.
- Resistência do professor/aluno em desenvolver atividades de trabalho em grupo e com uma participação mais ativa, procurando diminuir as limitações do modelo pedagógico usual. Para superar essa dificuldade temos, no período de acompanhamento, incentivado os professores a prepararem, através de atividades em grupo, aulas a serem implementadas em suas escolas, com a sugestão de que essas aulas envolvam técnicas e atividades pedagógicas inovadoras.

Contudo, um fator positivo no desenvolvimento desse projeto foi encontrar um anseio muito grande por parte dos professores participantes de repensar o seus conceitos básicos de Física e Matemática e verificar que a sua aplicação pode ajudar a compreender melhor as situações cotidianas, não apenas se restringindo ao conteúdo curricular.

PAINEL 4.3 - A FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NA SALA DE AULA DA ESCOLA MÉDIA

*Antônio P. Portilho¹; Eduardo de P. Cordeiro²; Isa Costa³; Marly S. Santos⁴; Mauro Costa da Silva⁵.
Regina de Cássia M. de Almeida⁶; Marcelo Diniz Santa Marinha⁷ e Sidnei Percia da Penha⁸*

^{1,2}UFP/Côlegio Agrícola Nilo Peçanha, Rua José Breves, s/n, 27197-000, RJ

³Colégio Módulo Macaé, Rua Alfredo Baeker, 554, 28700-000, RJ

^{4,5}UFF/Instituto de Física, Av. Gal. Milton Tavares de Souza, s/n, 24210-340, RJ, e-mail: ensino@if.uff.br

⁶Colégio Salesiano Santa Rosa, Rua Santa Rosa, 207, 24240-220, RJ

^{7,8}UFF/Colégio Técnico Agrícola Ildefonso Bastos Borges, Rod. Bom Jesus / Santo Eduardo, km1, 28360-000, RJ

^{7,8}Instituto Educacional Professor Alaor, Estrada União Indústria, 9336, 25730-730, RJ

1. Introdução:

A necessidade da atualização dos conteúdos de Física ensinados na escola média tem sido objeto de vários trabalhos e discussões. Paralelamente, constata-se o despreparo dos professores para efetivar uma abordagem de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) acessível aos alunos daquele grau de ensino.

A ciência que é transmitida aos alunos, seja ela da área dita exata ou dita humana, aparece sempre como um conhecimento acabado, dogmático, estagnado. E isto não é um privilégio da Física! O cientista ou o produtor de um determinado conhecimento é apresentado como um mito. O conteúdo a ser aprendido pelos alunos não estabelece nenhuma relação com a sua vida cotidiana. Esses alunos não sabem dizer, em sua grande maioria, para que serve tudo aquilo que aparece nos livros ou nas apostilas ou nos cadernos, copiados dos quadros-negros. Podemos observar a diferença da formação entre o licenciando e o bacharelando. Este não é um item na estrutura de organização de cursos de licenciatura, mas é de ordem epistemológica, baseada na dicotomia ensino - pesquisa, entre o saber e o produzir o conhecimento. (Reformulação dos Cursos de Formação do Educador, 1984)

O caminho que tem sido apontado para reduzir a defasagem entre o conhecimento produzido e o que é ensinado na escola é a formação continuada de professores.

Destaca-se, no entanto, que tal como CANDAU (1997) entende-se a formação continuada como aquela que privilegia o espaço da escola e o saber do professor do ensino médio.

Desta forma, o curso que se objetiva oferecer é fruto de um trabalho de parceria entre professores dos ensinos superior e médio, onde a Universidade perdeu o seu pseudo poder de detentora do conhecimento e partiu para a busca da melhoria do ensino de Física em co-parceria com a escola média.

Em outras palavras, numa reorientação, como bem destaca CANDAU (1997) mudamos as nossas práticas de investigação sobre os professores para uma investigação com os professores e até para uma investigação pelos professores.

2. Proposta para o Curso

Em momentos anteriores foi possível diagnosticar, inclusive junto a professores do ensino médio, que a escassez de material didático-teórico sobre Física Moderna e Contemporânea (FMC) tem se apresentado como um obstáculo à inserção desses conteúdos naquele grau de ensino.

Assim, o curso vem oferecer esse material acompanhado da correspondente orientação para uma efetiva aplicação em sala de aula, sendo apresentado pelos próprios autores que por sua vez já o levaram aos seus alunos.

O curso é o momento em que professores da escola média, no papel de instrutores, poderão sensibilizar seus pares para um repensar de suas práticas docentes.

Parte-se do pressuposto de que o material produzido teve como ponto de partida uma realidade concreta (escola/professores/alunos) segundo a óptica daqueles nela envolvidos.

Desta forma, o material didático contém no seu bojo o saber docente de cada um deles.

O desenvolvimento do curso demonstrará a seus participantes o caminho proposto pela equipe para a introdução da FMC na sala de aula da escola. Dentre os apontados na literatura (TERRAZZAN, 1992), optou-se por fazê-la ao longo das três séries do ensino médio, utilizando os conteúdos da Física Clássica e os temas do cotidiano dos alunos como elementos facilitadores/motivadores para o ensino e a aprendizagem dos conteúdos da Física.

Como ementa são propostos os temas: Relatividade, Radioatividade, Holografia e Laser. Destaca-se que os dois últimos temas propiciam uma abordagem experimental, beneficiando, inclusive, o ensino da Óptica Geométrica.

É importante destacar que o material, tanto escrito quanto experimental, a ser apresentado aos cursistas já passou por reelaboração, tendo em vista as críticas e sugestões de professores de Física do ensino médio do Estado do Rio de Janeiro que já tiveram oportunidade de vivenciar esta proposta de introdução de FMC, dentro das atividades do Programa Pró-Ciências da CAPES/FAPERJ.

Referências Bibliográficas:

1. CANDAU, V. M. (org) (1997) Magistério Construção Cotidiana. Editora Vozes. Rio de Janeiro.
2. REFORMULAÇÃO dos Cursos de Formação do Educador - Avaliação da Comissão Nacional dos Cursos de Formação do Educador (1984) in *Revista de Ensino de Física*, V. 6, Nº. 1.
3. TERRAZZAN, E. A. (1994) Perspectivas para a Inserção da Física Moderna na Escola Média, Tese de A FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NA SALA DE AULA DA ESCOLA MÉDIA.

PAINEL 4.4 - ENSINO E A APRENDIZAGEM DE FÍSICA: ELEMENTOS PARA A RESIGNIFICAÇÃO DO PLANEJAMENTO PEDAGÓGICO

J. Paulo Gircoreano¹; M. Christina Bueno²; Sueli Mançini³ e Jesuina L. A. Paeca⁴ (*jesuina@if.usp.br*)

¹E.E. "Prof" Apparecida Rahal" ²E.E. "Pc. Manuel da Nóbrega"

³E.E. "Dr. Felicio Laurito" ⁴Instituto de Física - USP

Os programas e cursos que procuram melhorar o ensino do segundo grau através de uma mudança no professor têm se multiplicado nesta última década e são a tônica de grande número de publicações. Nossa trabalho procura dar subsídios para outros projetos, com alguns resultados de um programa de aperfeiçoamento no qual foram utilizados multiplicadores num curso para professores em atividade. Os dados que analisamos referem-se a depoimentos e relatos técnicos de três monitores/multiplicadores envolvidos no projeto.

Frente à situação nova de dirigirem-se a seus pares, colegas no ensino do segundo grau, para tratar de questões que fazem parte da sua prática e constituem autênticos problemas a serem resolvidos, algumas evidências mostraram-se significativas; as lacunas na performance de cada um, como profissional de educação, com a responsabilidade de veicular um conhecimento específico adequado, são agudamente expostas.

Primeiro depoimento:

Com o desenvolvimento do processo, os professores aprenderam a aceitar suas dificuldades e "perderam" um pouco do receio de se exporem. Contornado esse obstáculo, configurou-se outro problema: como estruturar um planejamento, baseando-o em atividades contrutivistas, como as que foram trabalhadas no curso? Como aplicá-las aos alunos? Como aproveitar suas respostas? Como encaminhar para o objetivo, a (tentativa da) construção do conhecimento científico correto? Resumindo, como construir um planejamento com a idéia desenvolvida pelo curso?

Na tentativa de indicar o caminho, nós monitores, nos defrontamos com grandes dificuldades: na análise dos planejamentos, acabamos questionando o professor em cada detalhe, o que ele queria com cada passo, se conseguiria chegar ao seu objetivo usando tal atividade; queríamos que o professor se conscientizasse disso e alterasse seu planejamento até sem percebermos claramente, no momento das discussões, estávamos querendo mudar o planejamento do professor, estávamos dizendo a ele que seu plano não era adequado e como deveria ser. Esse questionamento acabou criando um clima ruim pois o professor não conseguia entender e resistia à tentativa de interferência da nossa parte no seu planejamento. Aqui destacamos um primeiro conflito - a não aceitação por parte do professor do questionamento que fazíamos de seu planejamento. Fora o próprio conflito conceitual, havia agora um conflito de convivência, de entendimento pessoal, de comunicação efetiva. Era a nossa vez: estávamos em conflito também com nossos procedimentos. Afinal, também nós estávamos aprendendo a "ensinar", nós não tínhamos experiência nesse campo. Mas foi justamente essa dificuldade que motivou o grupo de monitores a procurar com afinco um "caminho"... uma mudança na visão pedagógica do que é ensinar, do que é aprender.

Segundo depoimento:

Quando iniciei um curso de aperfeiçoamento para professores de Física na USP, fui com o objetivo de obter receitas prontas para ensinar melhor meus alunos, porque achava que precisava motivá-los para terem vontade, gosto de aprender Física. Estava insatisfeita com o ensinar Física só usando problemas matemáticos e os alunos não aprendendo significativamente. Hoje como monitora percebo que os professores que vêm participar do curso têm a mesma preocupação ou acham que o problema da não aprendizagem dos alunos está na dificuldade com a matemática. Como fazer com que mudem sua concepção? Existem algumas diferenças em ensinar o aluno a aprender e ensinar... Algo que se repete quando estamos interagindo com os nossos alunos e com os professores é a presença do conhecimento espontâneo nas suas explicações, para determinadas situações - problemas, em detrimento do conhecimento científico, mesmo quando ele já tinha sido estudado. Os professores precisavam conhecer as concepções científicas para poderem utilizar os resultados das pesquisas sobre as concepções espontâneas/alternativas. Aprenderem como ir do senso comum para o conhecimento científico, o que não é nada fácil. A dificuldade está em saber como partir das concepções do senso comum, para a aprendizagem significativa e permanente das concepções científicas, sem considerar o erro que o aluno comete como algo indesejável, mas sim um ponto de partida. Não é porque damos a explicação correta que os alunos vão abandonar as suas explicações alternativas, é necessário construir um planejamento e conduzir adequadamente as atividades. Cabe ao professor incluir novas perguntas, para enfrentar as concepções alternativas dos alunos levando-os a romperem com elas por perceberem que nem sempre elas explicam um fenômeno.

Terceiro depoimento:

Uma das idéias mais fortes que permeiam os debates sobre os desenvolvimentos dos conteúdos de Física se referem essencialmente sobre a necessidade de "motivação" para que o aluno aprenda. A forma como este conceito vem sendo disseminado me parece que necessita urgentemente de reparos, sob pena de transformarmos a sala de aula numa "feira de ciências" permanente onde os conceitos científicos são apresentados sem nenhuma reflexão, embasamento teórico e portanto com grandes chances de serem esquecidos nos próximos anos. A aprendizagem não tem sido vista como um "processo" em que a motivação é um dos elementos a sustentar este processo, quando o aluno deverá ter um problema para resolver, se interessar individual ou coletivamente para resolvê-lo pesquisando caminhos e instrumentos necessários para chegar ao resultado esperado. Nesta linha de ação além do aprendizado, que é entendido como a

"construção do conceito científico correto", estará presente o hábito de organizar, comparar, medir, fundamento necessário para o desenvolvimento do raciocínio lógico e para a resolução de questões que vão se complicando e exigindo mais do aluno na medida das exigências do ensino. Este esquema mostrará sua eficiência quando o aluno se sentir seguro ao expor duvidas, contestar os modelos apresentados, reformular idéias. O que me parece que vem sendo ensinado é que devemos superficializar a Física, torná-la fácil, sem polemizar. A Física não é fácil e seu entendimento não é imediato por isto ela é sustentada por Leis e Princípios que se entrelaçam e dão sentido a todo processo de Ensino-Aprendizagem.

A análise preliminar permitiu organizar as informações segundo categorias que dão conta de quatro aspectos: a) situação/cenário em que se desenvolvem as interações pedagógicas; b) objeto de conhecimento em discussão; c) ações e reflexões dos protagonistas e d) elementos do processo de ensinar e aprender. Na interpretação desses dados parece que a consciência do papel pedagógico e das características que envolvem o processo de ensino e aprendizagem aparecem com evidência na situação considerada, tendo consequências na sala de aula do segundo grau.

Os resultados principais nos permitem identificar três momentos no processo por que passa o professor até a tomada de consciência do seu papel como observador atento e condutor do planejamento pedagógico, que caracterizamos por: 1) o conflito de idéias e a garantia do diálogo; 2) a resignificação do planejamento e a motivação interna para ensinar e aprender; 3) a inserção efetiva do modo de pensar dos alunos no planejamento - estabelecendo o diálogo.

BIBLIOGRAFIA

1. PACCA, J. L. A. & VILLANI, A. Estratégias de Ensino e Mudança Conceitual na Atualização de Professores. *Rev. Bras. Ens. Fís.* v. 14, n. 4, p. 222-228, 1992.
2. _____. Conception d'une Formation pour Enseignants de Physique: Un Changement de Perspective dans un Cours de Perfectionnement au Brésil. *Didaskalia*, n.7, pp.117-129, 1995.

PAINEL 4.5 - TENDÊNCIAS NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Rita de C.A.Braúna¹ e Yassuko Hosoume²

¹Doutoranda da Faculdade de Educação da USP/ Departamento de Educação-Universidade Federal de Viçosa- rbrauna@uol.com.br;

²Instituto de Física-Universidade de São Paulo-yhosoume@if.usp.br

INTRODUÇÃO

A formação continuada de professores de ciências vem acontecendo no Brasil há pelo menos quatro décadas. Durante esse período vem assumindo perspectivas diversas, que podem ser percebidas pelas diferentes denominações que a ela são atribuídas: treinamento, reciclagem, aperfeiçoamento, formação permanente, formação continuada,etc.

Partindo-se do pressuposto de que a formação de professores não pode ser vista como um campo autônomo de conhecimento e de decisão, é importante pontuar que as denominações adotadas ao longo das décadas encontram-se bastante determinadas pelos diferentes conceitos de escola, ensino e currículo de cada época.

De acordo com Pérez Gómez,

“... a partir da definição de cada um destes conceitos desenvolvem-se imagens e metáforas que pretendem definir a função do docente como profissional na escola. São familiares as metáforas do professor como modelo de comportamento, como transmissor de conhecimentos, como técnico, como executor de rotinas, como planificador, como sujeito que toma decisões ou resolve problemas,etc.

Cada uma dessas imagens ou metáforas tem subjacente: uma determinada concepção da escola e do ensino; uma teoria do conhecimento e da sua transmissão e aprendizagem, uma concepção própria das relações entre a teoria e a prática, entre a investigação e a ação”(1995: 95-6).

O objetivo deste trabalho é mapear as diferentes perspectivas, ou tendências na formação de professores, identificar os seus pressupostos teóricos e epistemológicos e apontar aquelas que possivelmente seriam mais adequadas ao desenvolvimento profissional dos professores.

REVISÃO DE LITERATURA

A literatura consultada – livros, artigos, dissertações de mestrado e teses de doutorado que tratam do tema da formação continuada de professores- nos informa que nas décadas de sessenta e setenta as perspectivas de formação continuada de professores refletem de uma maneira geral uma lógica de eficiência técnica articulada à educação e, como consequência, ao papel atribuído ao professor no processo pedagógico.

Para Gouveia (1992), a qualificação do professorado de Ciências do ensino primário e secundário deve-se através de cursos de treinamento, onde os especialistas planejavam e os professores executavam. Pretendia-se que os professores de Ciências agissem, refletissem e mudassem seus conhecimentos e

metodologias, num processo linear pois, esperava-se que o professor descartasse o seu método de ensino e colocasse no lugar algo que estava sendo apresentado como “melhor”.

A pedagogia subjacente a esta formação ficou restrita a problemas de ordem prática e nitidamente marcada por uma racionalidade técnica, que teve o empirismo lógico como filosofia de base. Para esta epistemologia, a prática é entendida enquanto campo de aplicação de fórmulas e técnicas concebidas como universais e verdadeiras, na medida em que se apoiam em conhecimentos rigorosos e de base científica.

Para Davini (1995), a lógica subjacente a este enfoque concebe:

- . os sujeitos como tábula rasa na qual se inscrevem os dados científicos do ensino;
- . a prática do exercício profissional como campo neutro, objetivo e homogêneo, ao qual-como no modelo positivista das ciências naturais – se podem aplicar regras de comportamento metódico para obter resultados previsíveis e controláveis.

Na década de oitenta o movimento político pela redemocratização do país clama por maior participação e autonomia nas diversas esferas. As pedagogias críticas gestadas no final dos anos setenta irão atribuir aos professores as imagens de intelectuais e profissionais ativos e reflexivos.

O movimento construtivista, que teve início nos anos setenta e se consolidou ao longo da década de oitenta, também sugere novas perspectivas para a formação contínua dos professores de ciências atribuindo novas funções aos docentes, à medida em que se contrapõe ao empirismo-lógico. As estratégias de formação, de acordo com esse movimento, devem promover a mudança didática do que seja ensinar ciências. Os professores são vistos como organizadores das atividades de ensino-aprendizagem dos alunos- entendidas enquanto processos de pesquisa- e, no seu processo de formação permanente devem desenvolver atividades de pesquisa que contribuam para a melhoria da sua visão de ensino e aprendizagem, com consequente melhoria da sua competência docente.

Na década de oitenta, enfim, uma nova perspectiva começa a se abrir na educação e, consequentemente, para a formação continuada dos professores de Ciências a partir de uma leitura diferente dos problemas educacionais, onde ganhou destaque o olhar para escola inserida nas relações sociais.

Na década de noventa assistimos ao progressivo deslocamento do eixo da democratização e a gradativa adoção do discurso administrativo-econômico, inspirado em documentos de organismos internacionais e financiadores. Com isso, se conseguiu a restauração dos núcleos da racionalidade técnica em propostas de modernização e controle de qualidade e de gestão.

Com relação aos programas de formação continuada estamos assistindo hoje a um incrível aumento. Para Santos(1998), a política atual, que enfatiza a formação continuada, é decorrente, acima de tudo das políticas do Banco Mundial, que privilegiaram as relações custos-benefícios. Nesse contexto, a educação contínua aparece como forma mais barata e mais eficiente de formar docentes. A qualificação do professor é pensada em termos da melhor forma de produzir um profissional competente tecnicamente.

Em oposição a estas investidas, grupos de educadores, em diversas áreas, têm se colocado de forma combativa, procurando criticar estes “novos” conceitos e reafirmar o papel da escola na formação do cidadão crítico, participativo e na construção de uma sociedade mais justa e solidária.

No que diz respeito à formação continuada o discurso mais avançado põe ênfase no desenvolvimento profissional dos professores e no desenvolvimento organizacional das escolas.

Contrariando a perspectiva técnico-positivista que entende a prática pedagógica como um campo de aplicação do conhecimento científico, as novas perspectivas de formação procuram alargar o conceito de prática pedagógica e entender que tipo de conhecimento se evidencia na mesma. Para estas perspectivas, os professores produzem conhecimentos à medida que constróem suas práticas.

Nóvoa (1995) comunga destas perspectivas ao afirmar que “a teoria fornece-nos indicadores e grades de leituras, mas o que o adulto retém como saber de referência está ligado à sua experiência e a sua identidade”(p:24).Dessa forma, pode-se afirmar que o professor constrói o seu saber, ativamente, ao longo da sua experiência de vida. E acrescenta, sua formação “ não se constrói por acumulação (de cursos, de conhecimentos ou de técnicas), mas sim através de um trabalho de reflexividade crítica sobre as práticas e da reconstrução permanente de uma identidade pessoal. Por isso é tão importante investir na pessoa e dar um estatuto ao saber da experiência” (p:23).

A partir destes referenciais é que poderemos pensar em estratégias de formação mais adequadas ao desenvolvimento profissional os professores. Tais referencias permitem entender a prática docente como uma atividade reflexiva e verificar que é a partir de uma reflexão contínua que surge uma consciência sobre a prática, o que permite ao professor apropriar-se e construir novos conhecimentos com os quais poderá reformular sua própria prática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Davini, M. C. *La Formación Docente en Cuestión: Política y Pedagogía*. Buenos Aires, Paidós, 1995.
2. Gouveia, M.S.F. *Cursos de Ciências Para Professores do 1º Grau: Elementos Para Uma Política de Formação Continuada*. Tese de Doutorado,UNICAMP, Campinas, 1992.
3. Nóvoa, A. *Formação de professores e profissão docente*. In: _____.(org).*Os professores e a sua formação*.Lisboa, Dom Quixote,1995.

4. Pérez Gómez,A. O Pensamento Prático do Professor: A Formação do Professor Como Profissional Reflexivo. In: Növoa, A.(org). *Os professores e a sua formação*.Lisboa,Dom Quixote,1995.
5. Santos,L.L.C.P. Dimensões Pedagógicas e Políticas da Formação Contínua. In: Veiga,I.P.A.(org).*Caminhos da Profissionalização do Magistério*.Campinas,Papirus,1998.

PAINEL 4.6 - A FORMAÇÃO CONTINUADA E A REESTRUTURAÇÃO DA MECÂNICA CLÁSSICA

Rebeca Vilas Boas Cardoso de Oliveira¹ e Yassuko Hosoume²

¹Pós-Graduação IFUSP/FEUSP - rebeca@if.usp.br

²Instituto de Física da Universidade de São Paulo - yhosoume@if.usp.br

I - Introdução

Cada indivíduo constrói seu conhecimento sobre as *coisas* e estabelece *relações* entre essas coisas. A maneira como essas relações são estabelecidas também é refletida em sua prática profissional. No caso do ensino de Física, a escolha de elementos que irão compor a teoria a ser ensinada e a articulação estabelecida entre eles, reflete uma visão particular da teoria e de seu ensino. Que conteúdo será privilegiado e que caminhos poderão ser escolhidos para o ensino da teoria diz respeito a uma estruturação particular deste conhecimento, mesmo que esta estrutura conceitual seja inconsciente. Considerando duas propostas para o ensino de mecânica clássica no ensino médio, a tradicional, representada pela maioria dos livros didáticos, e a do GREF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física, e comparando-as, pode-se perceber que existem diferenças significativas entre elas, não apenas na abordagem, mas, principalmente, na apresentação da teoria e dos elementos que a sustentam. Buscamos elementos que indiquem uma possível reestruturação conceitual da mecânica clássica de professores do curso de formação continuada ministrado pelo GREF, no projeto Pró-Ciências, num convênio IFUSP/FAPESP.

II - A Formação Continuada dos Professores

O GREF, num convênio IFUSP/FAPESP, desenvolve um programa de formação continuada - Projeto Pró-Ciências - com aproximadamente 200 professores da rede pública de ensino. Dentro deste programa, em encontros da parte extensiva (por volta de 40 horas divididas em 10 encontros de 4 horas) temos uma amostra de 156 professores, dos quais 40% participaram de 10 encontros e 60% participaram de 5 encontros¹. Nesses encontros, o projeto desenvolve a sua proposta de ensino, utilizando como material de apoio "Leituras de Física - Mecânica - Para Ler, Fazer e Pensar", de sua autoria. Nesse material, os elementos da teoria e a maneira como eles são relacionados evidenciam uma estruturação do conteúdo de mecânica diferente daquela apresentada pelos livros didáticos tradicionais. A proposta trabalha o movimento de translação e sua conservação ("coisas que se deslocam") e, em seguida, trabalha o movimento de rotação e sua conservação ("coisas que giram"), para então desenvolver as três leis de Newton ("coisas que controlam movimentos") e a energia ("coisas que produzem movimentos").

III - O Instrumento Utilizado

Elaboramos um instrumento que nos permitisse compreender a reestruturação da mecânica do professor que comparece aos encontros. Procuramos estabelecer uma analogia entre um mapa regional e um possível mapa conceitual da mecânica clássica. Solicitamos que o professor desenhasse o mapa da sua cidade (ou bairro) que nos possibilitasse conhecê-la(o), ou seja, ir e vir, sem a necessidade da presença de um guia. O mapa, então, deveria ter pontos de referência importantes tais como a padaria, o supermercado, as escolas, a igreja, o centro comercial, a praça, os pontos de ônibus etc e também ruas e avenidas por onde nós alcançaríamos esses locais, optando pelo caminho a seguir. Numa analogia direta, um mapa conceitual da teoria deveria ter pontos de referência (conceitos, leis, princípios, hipóteses) e caminhos pelos quais poder-se-ia "cruzar" a teoria, relacionar os conceitos, ou seja, o mapa conceitual a ser desenhado teria a capacidade de nos "apresentar" uma visão global desta teoria. Então, solicitamos também que o professor, com uma caneta de cor diferente, indicasse sobre seu mapa o caminho que o seu curso percorre.

Desta amostragem de 156 professores, 16,6% não conseguiram entender o que seria um mapa conceitual, não apresentando nem os elementos da teoria da mecânica nem alguma relação entre eles; 43,6% apresentaram um mapa conceitual semelhante ao da proposta tradicional, com elementos apenas de translação e poucas articulações entre eles; 9,0% apresentaram um mapa conceitual com elementos e relações presentes no mapa da proposta do GREF; 8,3% devolveram o instrumento em branco; 22,4% não apresentaram um mapa, mas uma seqüência de conteúdos com elementos presentes apenas na proposta do GREF, que caracterizamos como um grupo de "transição". Neste grupo existe a presença de elementos que não são encontrados no ensino tradicional, tais como, momento angular e sua conservação, torque, mas ainda não existe uma reestruturação do conteúdo.

IV - Algumas Considerações

A mecânica clássica é a teoria da Física que inevitavelmente os alunos do ensino médio entram em contato durante seu curso. Mais significativo que a quantidade de conceitos presentes em seu ensino, são as relações estabelecidas entre esses conceitos, assim como num mapa conceitual as relações que se estabelecem entre seus elementos é mais importante que o número de elementos presentes, pois são as articulações que dão consistência à teoria: quando existe uma articulação das partes no todo, tem-se uma visão menos fragmentada da teoria e, consequentemente, a compreensão é facilitada. A consciência da existência desta estrutura é importante na compreensão da própria teoria e no contexto do ensino de Física, possibilitando que este ensino possa "percorrer" diferentes caminhos dentro da teoria, relacionando melhor os seus elementos e compondo um todo mais articulado. O programa de formação continuada de professores do Projeto Pró-Ciências IFUSP/FAPESP está promovendo uma reestruturação do conteúdo de mecânica clássica desses professores, com a presença de novos elementos, como torque, momento angular e sua conservação, astronomia; resgatando as leis de conservação e sua importância na teoria; estabelecendo novas articulações entre os elementos apresentados e, portanto, com uma nova visão da teoria, que, esperamos, seja refletida em seu curso.

¹Os encontros são organizados e realizados por Cristina Leite, Graziela das Neves, Isilda Sampaio Silva, Jairo Alves Pereira, João Martins e Luís Paulo de Carvalho Piassi, professores da equipe do GREF que colaboraram com a tomada de dados.

V - Bibliografia

1. Oliveira, R. V. B. C. e Hosoume, Y., *Um instrumento para identificar elementos de um mapa conceitual*, XII SNEF, 1997.
2. Oliveira, R. V. B. C. e Hosoume, Y., *Estrutura da Mecânica: Visão de Mundo e de Educação*, V EPEF, 1996.

PAINEL 4.7 - O ALUNO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA PRECISA DE PREPARAÇÃO PEDAGÓGICA?

Aguida Celina de Méo Barreiro
Instituto de Física de São Carlos – USP
aguida@ifsc.sc.usp.br

Introdução

Os professores de Física no terceiro grau raramente são formados para a ação docente e aprendem na própria atuação, inicialmente por imitação ou bom senso e, posteriormente, por incorporação de experiências sucessivas, que nem sempre passam pelo crivo de suas reflexões e tomada de consciência.

A falta de formação pedagógica e a ausência da atitude reflexiva sistemática podem, portanto, constituir-se em fatores dificultadores do bom desempenho em sala de aula.

Freqüentes são as queixas de alunos da graduação sobre o despreparo pedagógico de seus professores, a exigência excessiva e mal correspondida, o descaso pela docência, a preocupação quanto às relações humanas, entre outras.

Nos últimos anos, os docentes universitários passaram a ser recrutados ao término da pós-graduação (mestrado ou doutorado). É suposto que aquele que domina o conteúdo a ser ensinado, encontra os caminhos para ministrá-lo e, ainda, que as habilidades específicas para o ensino são importantes nos níveis anteriores de escolaridade e dispensáveis na universidade.

Por outro lado, a contratação de docentes considera, geralmente, a capacitação para a pesquisa nos campos de interesse das unidades universitárias, o que leva à opção por pesquisadores.

Há, no entanto, docentes que manifestam preocupação com seu ensino e com a aprendizagem dos alunos.

O interesse pela capacitação docente também daquele que será professor do ensino superior permite afirmar que, nos dias atuais, este profissional precisa do conhecimento do pesquisador proficiente e o desempenho pedagógico do professor diferenciado positivamente.

O presente trabalho relata uma iniciativa na qual alunos de pós-graduação em Física aprendem a refletir sobre as questões relacionadas ao ensino que terão que enfrentar na sua futura atuação docente.

Esses alunos são também bolsistas do Programa de Aperfeiçoamento de Ensino no Instituto de Física de São Carlos, da USP, e o trabalho desenvolvido com eles, pela autora, tem como principal objetivo a preparação pedagógica dos pós-graduandos e sua instrumentalização prática para a docência. O objetivo específico é promover o aprendizado das situações de ensino e aprendizagem, dinâmica da sala de aula e aquisição de experiências necessárias às atividades didáticas na graduação.

A maioria dos docentes ressentse de não ter tido formação didática no seu curso de graduação, sentindo-se não-indicados para preparar pedagogicamente os bolsistas.

O Programa de Aperfeiçoamento do Ensino no Instituto de Física de São Carlos

No Instituto de Física de São Carlos, a questão acima evidenciada tem sido enfrentada por meio da realização de atividades previstas e organizadas para a formação e o acompanhamento pedagógico do estudante de pós-graduação.

Uma das iniciativas implementadas no IFSC foi a de reuniões semanais dos estagiários do programa com a autora desse relato, para a discussão conjunta de temas relacionados ao ensino, bem como sobre as atividades que desenvolvem no programa.

As reuniões possibilitam a troca de experiências e são estruturadas de modo a promover o aprendizado de como conduzir e efetivar a docência, com o caráter principal da reflexão conjunta sobre os diversos aspectos da atividade docente.

Por serem alunos de Física são pragmáticos e objetivos. A partir de sugestões didáticas sobre preparação de aula, clareza, interação, colocar-se no lugar do aluno, formalização prematura e excessiva e outros pontos organizados, têm ocorrido aprendizados produtivos.

Não raro os bolsistas relatam que só agora estão parando para pensar “nessas coisas” e que antes tinham uma “cultura do acho que é assim mesmo e não tem outro jeito, embora não seja bom”.

A autora tem clareza de que é preciso não encarar com romantismos e idealismos fora de realidade, ao mesmo tempo que não sucumbir aos pedidos de receituários. A reflexão na docência, a atitude de pesquisa na e sobre a própria sala de aula, a troca de experiências entre os pares e a tomada de consciência não são práticas postas em ação na formação inicial e continuada.

As atividades têm sido, no entanto, consideradas importantes por pós-graduandos que vislumbram a possibilidade de se tornarem professores universitários.

O Programa de Aperfeiçoamento do Ensino sob a ótica dos alunos

“As reuniões PAE tiveram por objetivo discutir os problemas relacionados à prática docente vivenciada no dia a dia, desde como posicionar-se na sala de aula, tom de voz, como atender e como tratar o aluno, até a atitude a ser tomada diante de determinados fatos inusitados, além de outras situações e também buscar soluções para problemas como: disciplina, interação professor-aluno, o melhor aproveitamento de métodos/técnicas de aula, como por exemplo a aula expositiva e a demonstração didática, programação da aula até a avaliação”.

“Nestas reuniões é que se tem dado aos bolsistas um suporte pedagógico. O simples modelo observado no professor da disciplina pode ser incompleto”.

“Trabalhar no programa PAE, foi, sem dúvida, muito importante para a minha formação, visto que pretendo seguir carreira acadêmica”. “As monitorias voluntárias deveriam também ter esse acompanhamento pedagógico”. “Para fins didáticos, seria interessante que esse espaço criado pelo programa fosse utilizado para propiciar aprendizado na área de ensino para os alunos com formação de bacharel”.

“Pude ter uma visão mais clara da dimensão do processo de educação nos seus níveis e detalhes”.

“A avaliação que faço deste estágio é bastante positiva tanto para a minha formação como docente, quanto para os alunos. Insisto ainda no fato de que este tipo de estágio trata-se de um progresso na área da Educação e pelo que tenho visto e sentido, tem trazido benefícios para todos: professores, alunos e bolsistas, principalmente no campus de São Carlos, onde prevalece a pesquisa e parece não haver muita preocupação quanto à didática, pela maioria dos professores”.

PAINEL 4.8 - UM CURSO DE TÓPICOS DE FÍSICA BÁSICA

Marilia Paixão Linhares¹ (marilia@if.usf.br), Júlio Cezar V. da Silva² e Eva da Cunha P. Pereira²

¹Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro e ²CEFET-RJ

Neste trabalho apresentamos o projeto desenvolvido ao longo de dois anos em atendimento ao Programa Pró-Ciências Física, convênio CAPES-FAPERJ. Em consonância com os objetivos do Programa, elaboramos cursos e oficinas de eletromagnetismo, mecânica, física térmica e óptica, totalizando 180 horas, procurando atender aos seguintes requisitos: rever os conteúdos da física básica através de metodologias inovadoras, buscar nos elementos do cotidiano exemplos adequados para observação de fenômenos físicos e formulação os princípios gerais da Física, trabalhar atividades práticas utilizando os materiais disponíveis, desenvolver habilidades de construção de material didático experimental junto aos professores cursistas, que têm o papel de multiplicador desta prática, reorganizar os conteúdos da física observando a vivência dos alunos, abordar conteúdos da física atual de forma simplificada, incentivar os professores a desenvolver material didático adequado, básico ou de apoio, utilizando recursos disponíveis, tais como software, Internet, filmadora, fotografia, vídeo, televisão, música, textos históricos, material de divulgação, desenho, pintura, revistas de ensino e outros, praticar a interdisciplinaridade buscando parcerias com professores de outras áreas ou profissionais da comunidade e incentivar discussões sobre o currículo de ciências e a reforma do ensino.

Como referência para abordagem dos conteúdos de física utilizamos a proposta metodológica desenvolvida pelo GREF, adotando os livros Física 1, 2 e 3, para o professor e as apostilas Leituras de Física, versão preliminar, dirigidas ao estudante. Cada tema foi planejado e ministrado por dupla de professores

instrutores experientes, com prática e reflexão anterior sobre o ensino de física. A proposta do GREF foi utilizada de forma crítica propiciando discussões acerca das inovações contidas no seu desenvolvimento.

Numa segunda etapa o foco principal foram as atividades práticas, procurando desenvolver habilidades de planejamento e construção de material didático para experiências de física e habilidades de montagem, manipulação e medidas.

Produzimos kits básicos de eletromagnetismo, mecânica, física térmica e óptica, e os respectivos roteiros, que foram utilizados durante as oficinas e que têm como finalidade dar suporte às práticas em sala de aula nas escolas. Softwares aplicados à física complementaram o trabalho de conteúdo e prática nas oficinas de informática. Práticas de construção de experimentos a partir de materiais de fácil aquisição foram realizadas para desenvolvimento de habilidades específicas pelo professor cursista. Reproduzidas com os estudantes, estas atividades despertam a curiosidade e estimulam a participação do aluno, que motivado terá mais facilidade de buscar nos conteúdos da física as respostas para as suas observações.

O desenvolvimento das oficinas de física térmica foi pautado em questões de motivação extraídas do livro O Incrível Circo da Física, discussão sobre medidas e estimativas, construção de um coletor solar rudimentar, experiências de termologia com material tipo sucata, atividades abordando os conceitos de calor e temperatura e utilização do material distribuído para o cursista (coletor solar, fonte térmica, Erlenmeyer, tubo de ensaio, vara de vidro e termômetro).

A história da óptica ondulatória foi apresentada de forma resumida e praticada através do software de simulação dos fenômenos ondulatórios "CUPS" e de busca na Internet de simulações didáticas. Fenômenos ópticos puderam ser observados na realização de 16 experiências com indicador a laser, do aparato para produção de efeitos luminosos e da máquina que "enxerga" através de obstáculos sólidos, estes dois últimos construídos durante a oficina. O kit de material didático também continha, além do apontador laser, lentes de acrílico, prisma d'água, jogo de imagens em espelhos em ângulo, lente improvisada, filtros de cor, polarizador, espelho côncavo - convexo.

Para trabalhar os conteúdos de mecânica desenvolvemos sensores eletrônicos para medidas de tempo e um kit vetores para análise de movimentos retílineo e uniforme. e realizamos diversas experiências: com plataforma giratória, pião maluco, reco-reco, hélice voadora, molas, roldanas e pesos, figuras geométricas, bolas de soprar, carrinho de fricção e usina com motor de ventilador e sistema de giro.

Para o desenvolvimento das práticas de eletromagnetismo foram construídos circuitos com diodo retificador e foto-diodo, amplificador transistorizado, transmissor de FM, resistências em série e paralelo, e montagens com alto-falante, motor - gerador, bobina e rádio de pilha para demonstração da interferência eletromagnética, imã, eletroimã. Também foram incluídos no kit chave teste, ferro de soldar, fio solda, alicate de fio, multímetro, fonte de corrente contínua, baterias e pilhas.

Realizamos palestras e debates com pesquisadores convidados: Ensino de Física Moderna no 2º grau, Magnetismo em Ser Vivo, Big Bang, O trabalho realizado pelo GREF com os professores da rede pública de São Paulo, Tendências e Inovações do Ensino de Física, Física e Sociedade e Reforma do Ensino Médio.

A continuidade do trabalho de formação permanente de professores de ciências é facilitada por ser o CECIERJ um Centro de pesquisa e ensino de ciências voltado ao trabalho permanente com o professor. A partir dos Cursos do Programa Pró-Ciências vários professores se engajaram nos cursos de aperfeiçoamento do CECIERJ e em seus grupos de estudo. Acreditamos que os caminhos para a melhoria do ensino nas escolas serão abertos e percorridos pelo próprio professor que virá buscar novas informações nos centros de referência e farão a ponte entre as escolas e os centros de pesquisa em ciências. Neste contexto esta proposta objetiva ampliar os horizontes dos professores, instigando-o a buscar seus próprios caminhos.

Bibliografia

1. BERNAL, J. D. (1969) Ciência na História. Lisboa, Livros Horizonte.
2. BLACKWOOD, OSWALD H., HERRON, WILMER B. E KELLY, WILLIAM C.(1958) Física na Escola Secundária. New York, USA, Editora Fundo de Cultura.
3. CANDAU, V.M. (org) (1997) Magistério Construção Cotidiana. Editora Vozes. Rio de Janeiro.
4. CUNHA, M.I.(1992) O Bom Professor e sua Prática, IBRASA, Porto Alegre.
5. FREIRE, P. (1997) Pedagogia da Autonomia : Saberes necessários à prática educativa, Paz e Terra: São Paulo, 3ª ed.
6. GIL, D. e CARVALHO, A. M. P. (1992) Tendencias y Experiencias Innovadoras en la Formacion del Profesorado de Ciencias, Organizacion de Estados Iberoamericanos, Espanha.
7. GREF,(1993) Física 1, 2 e 3, edusp.
8. HALLIDAY,R.C. E RESNICK,R.(1990) Fundamentos de Física - 3ª edição, Livros Téc. e Cien. Ed.S.A.
9. MENEZES, L.C. (1980) Novo (?) Método (?) para Ensinar (?) Física (?) in Revista Ensino de Física, Vol.2 No.2, SBF, maio, São Paulo, pág.89-97.
10. NUSSENZVEIG,H.M.(1983) Curso de Física Básica- São Paulo, Editora Edgar Blucher Ltda.
11. OKUNO, E., CALDAS, I.L. e CHOW,C. (1982) Física para Ciências Biológicas e Biomédicas, Harper & Row do Brasil, São Paulo.
12. PROJETO DE ENSINO DE FÍSICA-IFUSP - Eletricidade, Publicação do MEC.
13. PROJETO FÍSICA: HARVARD (1980) Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.

PAINEL 4.9 - CAPACITAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA ATRAVÉS DE MULTIMÍDIA

Márcio Vinícius Corrallo¹ e Norberto Cardoso Ferreira²

¹corrallo@fap01.if.usp.br ; ²norberto@if.usp.br

Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP

INTRODUÇÃO

A necessidade de mudança no ensino de Física lança uma questão:

Como produzir experiências para os cursos de Física no Ensino Médio sem que gastemos muito e não percamos conceitualmente?

Com este objetivo, o Projeto Ripe¹ desenvolveu inúmeras atividades lúdicas e com brinquedos visando o auxílio no Ensino de Física. Estas atividades fazem parte do projeto e são ministrados cursos e assessoria a escolas e professores da rede pública e particular de todo o país.

Com o intuito de ampliar as possibilidades de capacitação de professores, estamos desenvolvendo três softwares multimídia com cerca de 150 atividades cobrindo toda a programação do Ensino Médio (Mecânica, Óptica e Termodinâmica e Eletromagnetismo). Com isso, os professores poderão ter acesso à base de dados do projeto e, consequentemente, aplicar em seus cursos.

DESCRIÇÃO DO SOFTWARE

Neste trabalho trataremos apenas do módulo de Mecânica, já que os outros ainda estão em fase de construção.

O software foi desenvolvido com um software de autoria denominado *NeoBook for Windows* da empresa *NeoSoft Corporation*. O produto se baseia na construção de telas e objetos com um certo poder de programação. São articulados imagens, textos, fotos, animações, vídeos e sons.

O módulo Mecânica possui 66 atividades distribuídas em cinemática, dinâmica, estática e hidrostática. Veja tabela 1.

CINEMÁTICA	DINÂMICA	ESTÁTICA	HIDROSTÁTICA
Algarismos Significativos.	A Tira de Papel.	Aplicação da Balança - Áreas.	Balança e Densidade (1).
Calibração da campainha.	Argolas de Papel.	Aplicação da Balança - Elipse.	Balança e Densidade (2).
Erros de Medidas.	Associação de Molas em Paralelo.	Aplicação da Balança Padrão.	Bexiga vista por dentro (1).
Física com Carretel de Linha.	Associação de Molas em Série.	Arara.	Bexiga vista por dentro (2).
Função (equação) Horária.	Brincando com Vetores.	Arara (Centro de Gravidade).	Densímetro.
Gráficos.	Construção de Molas.	Balança Analítica.	Densímetro (com Balança e P. Arquimedes).
Movimento Retilíneo Uniforme.	Dinamômetro (grampo).	Balança de Braços Iguais.	Determinação da Densidade de um Líquido.
Nônio.	Dinamômetro (mola).	Balança de Canudo de Refresco.	O Poço com Bomba Aspirante.
O problema do trem.	Dinamômetro de Elástico.	Balança T.	Princípio de Arquimedes.
PI com aros.	Força Resultante.	Centro de Gravidade (Objetos não homogêneos).	
Queda Livre.	Histerese do Elástico.	Centro de Gravidade e Ponto de Suspensão.	
Referencial.	Lei de Hooke.	Equilíbrio dos Corpos.	
Ultrapassagem e Encontro.	Marcador de Tempo.	Esferômetro.	
Variação da Velocidade.	Pêndulo Simples.	Figuras de Equilíbrio.	
	Pêndulo Simples (g).	João Bobo.	
	Poço com Manivela ou Sarilho.	Lei dos Momentos.	
	Poço com Roldana.	Modelo de João Bobo.	
		Modelo de Tartaruga.	
		Momento de uma Força I.	

¹ Rede de Instrumentação para Ensino - CAPES-PADCT-SPEC. O projeto congrega várias Universidades do Brasil com intuito de aprimorar o ensino experimental. Essa rede tem seu polo central no Departamento de Física Aplicada do Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

		Momento de uma Força 2. Momento e Mola. O Carrossel. O ET, o Extraterrestre. O Modelo do ET. O Sapo Equilibrista. Tartaruga.	
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Tabela I - Relação de atividades do módulo Mecânica.

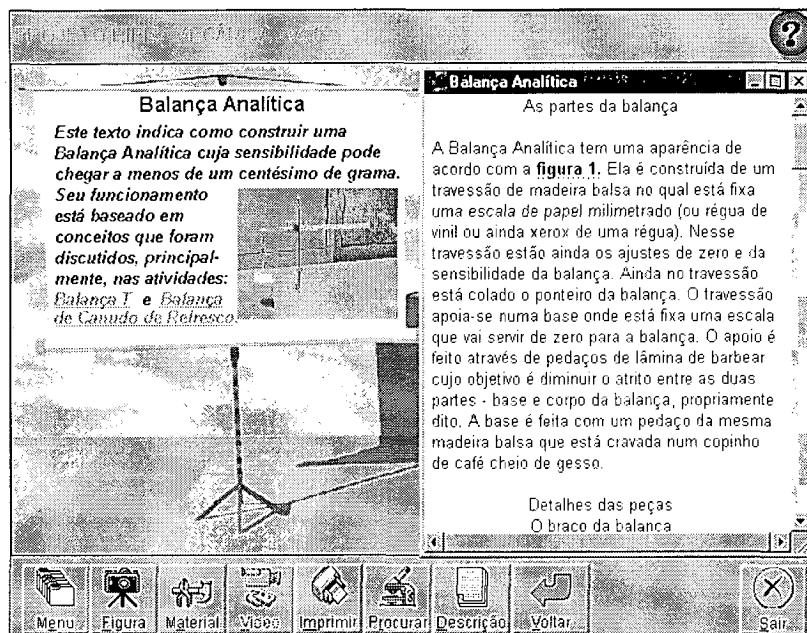


Figura I - Tela referente à atividade Balança Analítica .

Ao lado apresentamos a tela de uma das atividades (Balança Analítica). Inicialmente, o usuário tem acesso a um pequeno resumo da atividade. Também é colocado *links* com outras experiências relacionadas. No caso, temos Balança T e Balança de Canudo de Refresco. Basta clicar nas palavras grifadas e o *software* mudará para a página requisitada. No botão Material é possível ver a lista de materiais para a realização da prática. Algumas ilustrações são colocadas para facilitar o entendimento da construção. O usuário pode também imprimir a descrição e alguns modelos que serão utilizados para a confecção. No botão Procurar, pode-se requisitar uma atividade através de palavra chave. Algumas animações e vídeos serão incorporados ao produto. Através da multimídia pode-se fazer uma leitura não linear, facilitando a integração dos conceitos e a interdisciplinariedade. O fato de ser multissensorial, possibilita o uso de mais de um sentido. O usuário pode escolher o caminho a seguir, voltar, anotar e estabelecer a velocidade das apresentações. Som e imagem permitem criar uma realidade e vivenciá-la. Estudos mostram, de fato, que 20% das informações são retidas pelo que se ouve, 40% pelo que se ouve e se vê, e 75% pelo que se ouve, se vê e se faz. Portanto, temos inúmeras vantagens frente aos métodos usuais de ensino.

CONCLUSÃO

Neste trabalho foram abordados dois temas: laboratório e multimídia. De um lado, apresentamos algumas sugestões de atividades, na qual o ensino de Física pode se tornar mais significativo, já que o ensino com construção é aprender fazendo. Através de atividades lúdicas e de baixo custo, a hora de ir ao laboratório passa a ser qualquer momento.

Por outro lado, o uso de um instrumento multimídia torna-se mais atraente e motivador. Este, por sua vez, permite uma interação e um alcance maior, já que a distribuição pode ser eletrônica (Internet).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- CORRALLO, M.V., TAGIKU A.M., *Utilizando o Microcomputador para Análise de Dados*. (Painel apresentado no XII SNEF, Belo Horizonte, MG, 1997).
- NEVE A., A Multimídia e o Ensino, *Revista Pesquisa e Tecnologia*, Agosto/1995
- ROGERS, L.T., The computer-assisted laboratory, *Physics Education*, 22, 1987.
- THORNTON, R. K., Tools for scientific thinking-microcomputer-based laboratories for physics teaching, *Physics Education*, 22, 1987.
- VALENTE, J. A., *Computadores e conhecimento: repensando a educação*, Campinas, Gráfica Central da Unicamp, 1993.

PAINEL 4.10 - UFPR: CONSTRUINDO O ENSINO DE FÍSICA ATRAVÉS DA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Luiza Aparecida Cordeiro Polak¹; Silmara Denise Tychanowicz²; Simone Luiza Baranhuk³ e Ivanilda Higa⁴
^{1,2,3}Licenciatura em Física/UFPR

Com a preocupação acerca das dificuldades por que passam os profissionais da área de Ensino de Física, sua formação e atualização, e partindo de um projeto de extensão (Laboratório de Ensino e Aprendizagem de Matemática e Ciências Físicas e Biológicas) no âmbito da Universidade Federal do Paraná, está em fase de implantação o NUPIENFIS (Núcleo de Pesquisa e Instrumentação para o Ensino de Física), que busca integrar ensino, pesquisa e extensão. O grupo aqui instalado passará a fazer parte do RIPE (Rede de Instrumentação para o Ensino) que integra diversos projetos no Brasil e no exterior, dentro de objetivos comuns:

- Propor material experimental alternativo e de baixo custo para o Ensino de Física;
- Desenvolver pesquisas em Ensino de Física envolvendo a experimentação e relações entre instrumentação e história da ciência.
- Levar a Física às escolas através de mostras, museus participativos, cursos, seminários, etc.
- Fazer a divulgação do material produzido junto à atualização de professores.

Com base nestes objetivos, efetuamos inicialmente um estudo exploratório dentro da área de Ensino de Física, buscando construir um quadro que mostrasse o estado atual deste ensino. Com tal quadro em mãos, optamos por concentrar esforços na área de Termologia, onde foram identificadas grandes dificuldades no ensino/aprendizagem em sala de aula, constatando que o aluno não consegue estabelecer relações entre os fenômenos do cotidiano e a Termologia vista em sala de aula.

Fizemos um levantamento de atividades experimentais propostas por livros didáticos, manuais, pesquisas e vídeos, assim produzindo materiais didático-experimentais e elaborando roteiros para os mesmos.

Este estudo exploratório inicial, indicativo das dificuldades dos alunos e professores de ensino médio nesta área da Física, deu origem a uma pesquisa realizada na educação básica, buscando viabilizar propostas de ensino em sala de aula, desenvolvida no âmbito do Projeto Licenciar UFPR/98. Originou-se também desse estudo, um mini-curso, oferecido à graduação em Física, no qual priorizamos alunos de 1º e 2º ano do curso, cujo tema foi “*Do flogístico ao calórico: uma abordagem histórico-experimental em termologia fundamentada nas pesquisas em ensino*”

Os participantes do mini-curso responderam à algumas questões previamente elaboradas com base em pesquisas já realizadas. Este questionário foi utilizado com o intuito de levá-los a uma reflexão crítica acerca dos conceitos em questão, antes de iniciar as atividades. Apresentamos o contexto geral da área de Pesquisas em Idéias Espontâneas, uma vez que muitos estudantes sequer tinham conhecimento da existência de pesquisas em Ensino de Física.

Com a discussão das idéias espontâneas em Termologia levantadas pelas pesquisas e de problemas conceituais presentes nos livros didáticos de Ciências e Física, demos ênfase à discussão dos conceitos de Calor e Temperatura e das dificuldades em seu ensino. Apresentamos a evolução das noções de Calor e Temperatura ao longo da história, mostrando que as idéias apresentadas pelos estudantes, hoje consideradas errôneas foram cientificamente aceitas em algum momento da história, e enfatizando questões e experimentos que foram elementos essenciais para a superação de um determinado conceituação. Finalmente, foram desenvolvidas algumas atividades experimentais com materiais alternativos, que poderiam ser utilizadas no 2º grau.

Uma análise preliminar do mini-curso evidenciou que muitos, apesar de já terem estudado termologia no 2º grau, ainda mantêm algumas idéias espontâneas e as misturam com os conceitos científicos em dar suas explicações:

- alguns não relacionam a constância da temperatura do corpo humano com o aumento e/ou diminuição da temperatura ambiente;
- confundem sensação térmica com temperatura;
- citam existência de frio em oposição ao calor;
- identificam o frio e calor como substância.

Há incorporação de termos científicos em suas explicações e o seu uso indiscriminado produz respostas confusas. Notamos que os cursistas apresentavam dificuldades em compreender os problemas conceituais levantados pelas pesquisas, uma vez que eles próprios não tinham claras as idéias científicas. Isso evidencia a nossa preocupação com a formação dos professores.

Atualmente o grupo está concentrando esforços na análise mais detalhada do mini-curso realizado, buscando subsídios para elaborar um trabalho mais abrangente junto aos professores da rede pública do ensino médio. Além disso, estamos construindo um instrumento que nos auxilie a diagnosticar os problemas e dificuldades específicas pelos quais passam os professores do ensino fundamental no ensino de conceitos físicos, com a intenção de propor ações junto a esses professores, buscando uma melhoria no ensino/aprendizagem dos conhecimentos físicos, no ensino fundamental e médio.

Referências Bibliográficas

1. ASTOLFI, Jean – Pierre e Develay, Michael. A didática das Ciências. Papirus. Campinas, São Paulo, 1995.

2. AXT, R. e Brückmann, M. O conceito de calor nos livros de ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 6 (2): 128-142, 1989.
3. ERICKSON, G. L. Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education*, 63 (2): 221-230, 1979.
4. GUERRERO, S. J. Calor y temperatura. Esquemas alternativos en estudiantes de preparatorio. *Revista Mexicana de Física*, 37 (4): 688-696, 1991.
5. GUERRERO, S. J. et al. Descubriendo las ideas de los niños. Calor y temperatura. *Revista Mexicana de Física*, 37 (1): 124-135, 1991.
6. HIGA, I. e SBRUZZI, L. F.. Concepções espontâneas: terminologia. Trabalho apresentado a disciplina Raciocínios alternativos e Aprendizagem em Física. IF/USP, São Paulo, 1994.
7. VILLANI, A. Idéias Espontâneas e Ensino de Física. In: Ensino de Física. Dos fundamentos à prática. Vol 1, SE/SP - CENP, São Paulo, 1988.

PAINEL 4.11 - FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE FÍSICA DO 2º GRAU DAS ESCOLAS ESTADUAIS PÚBLICAS DE MATO GROSSO DO SUL

Maria Inês de Affonseca Jardim¹; Ana Maria Selengard T. Arruda¹; Antônio Sales¹; Dorothy Mesquita Dourado²; Ieda Maria Novaes Ilha²; Iraci Cazzolato Aranldi¹; Ivonete Melo de Carvalho¹; Jussara Terezinha Bonuccielli Brum¹; Régia Maria Avancini Blanch² e Rosemary Matias²

¹Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas; ²Centro de Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal – UNIDERP - e-mail: afonseca@alanet.com.br

O curso, Formação continuada para professores do 2º grau da Rede Pública Estadual de Ensino de MS, foi oferecido através de financiamento da CAPES via convênio firmado entre SEMTEC/SEMADES/CECITEC/SED e UNIDERP, no período de 17 de fevereiro a 25 de julho de 1997, envolvendo as áreas de Biologia, Física, Matemática e Química.

O projeto teve por objetivos:

1. Atualizar os professores da Rede Pública Estadual de Mato Grosso do Sul com respeito as novas tendências que vêm norteando o ensino de Matemática, Física, Química e Biologia.
2. Proporcionar aos professores de Matemática, Física, Química e Biologia metodologias diferenciadas e inovadoras, desta forma revendo e atualizando conteúdos necessários em nível de 2º Grau.
3. Utilização de atividades de laboratórios como alternativa metodológica auxiliar de aprendizagem por mudança conceitual.
4. Fornecer ao Professor/aluno elementos teóricos-metodológicos que possam levá-lo a uma reflexão tanto em relação à sua prática pedagógica quanto em relação ao método tradicional de avaliação do processo ensino-aprendizagem.
5. Fornecer ao professor elementos teóricos que lhe permitam estabelecer critérios para a seleção de material bibliográfico, conteúdo e metodologia adequados à sua clientela.

A turma de Física, do curso de Formação continuada em Ciências - Física, iniciou com 28 professores-alunos sendo que 23 concluíram o curso e 20 foram aprovados.

Os participantes não tinham em sua grande maioria formação na área de Física, conforme podemos observar na tabela 1. Este quadro não difere do que representaria a formação dos outros professores que lecionam Física no Mato Grosso do Sul e nem da maioria dos Estados Brasileiros.

A procura, por parte dos vestibulandos, pela curso de Física oferecido pela UFMS é pequena além de termos um número reduzido de formandos. Para agravar mais o quadro muitos formandos continuam na vida Acadêmica Universitária e nunca chegam a atuar no Ensino Médio.

Torna-se portanto fundamental que estes cursos, de educação continuada em serviço, continuem a ser oferecidos a estes professores que, por necessidade ou opção, resolveram encarar o desafio de ensinar uma disciplina para a qual não tiveram formação específica ou mesmo tendo tido esta formação mostram-se dispostos a atualizar-se num processo contínuo de busca por novas metodologias de ensino e de atualização de conteúdos.

Tabela 1: Distribuição dos professores participantes do curso por área de formação

Graduação do Física	Ciências	Ciências Habilidades			Pedagogia	Geografia	Letras	Engenharia		Administração	Ed. Física
		Mat.	Fis.	Biol.				Civil	Agrimensura		
01	06	07	01	01	01	01	01	01	01	01	01
4,08%	26,08%	30,43%	4,08%	4,08%	4,08%	4,08%	4,08%	4,08%	4,08%	4,08%	4,08%

Fonte: Questionário respondido pelos professores na última etapa do curso, julho/97

O curso contou com três etapas:

- 1º etapa: Foi desenvolvida no mês de Fevereiro durante uma semana, com carga horária de 8 horas/aulas por dia durante cinco dias perfazendo um total de 40 horas/aulas. Neste período trabalhamos os conteúdos de Mecânica, Termologia, Ótica e Eletricidade. Os professores-alunos receberam materiais para que pudesse montar alguns experimentos sobre estes conteúdos. Os materiais foram todos escolhidos de maneira que, de volta a suas cidades de origem, pudesse ser adquiridos pelos cursistas em lojas de ferragem, marcenarias, auto elétricas e congêneres. As aulas prático/teóricas foram desenvolvidas em cima dos seguintes experimentos: Construção e utilização de Bancos Óticos; de lunetas; caixas escuras; calorímetros; aparelhos para estudo dos movimentos; painéis de traços de raios; aparelhos para o estudo da dispersão da luz; galvanômetros; motores de corrente contínua; utilização de imã para estudo de força e campo magnético. Também nesta semana os professores-alunos preparam um projeto sobre alguns tópicos que seriam desenvolvidos pelos mesmos, em suas salas de aulas, quando regressassem para suas cidades de origem.
- 2º etapa: Foi desenvolvida nos meses de Março, Abril, Maio e Junho, perfazendo um total de 40 horas/aulas. Neste período os professores foram acompanhados no desenvolvimento de seus projetos junto a seus alunos.
- 3º etapa: Foi desenvolvida no mês de Julho durante uma semana, com carga horária de 8 horas/aulas por dia durante cinco dias perfazendo um total de 40 horas/aulas. Nesta semana os trabalhos foram desenvolvidos em duas partes. As manhã foram reservadas para que os professores-alunos apresentassem seminários sobre os trabalhos desenvolvidos em suas escolas. Nestes seminários foram frisadas as maiores dificuldades encontradas no desenvolvimento dos trabalhos além de terem sido analisadas as vantagens ou não, em termos de aprendizagem significativa e motivação, destes projetos terem sido desenvolvidos. Nos seminários foram incentivadas as discussões e a troca de experiências pelos professores-alunos. As tardes foram reservadas para que alguns materiais comprados para as escolas do Estado a algum tempo e nunca utilizados por falta de um treinamento adequado dos professores, fossem montados e utilizados. Foram trabalhos os conceitos de reflexão, refração, difração e interferência em bancos óticos e cubas de onda; forças em planos inclinados; campo elétrico, eletrização, potencial elétrico em Geradores de Corrente; ação de forças eletromagnéticas em condutores retilíneos imersos num campo magnético em balanços magnéticos. Nesta etapa ainda foram feitas avaliações sobre os conceitos trabalhados e sobre o curso.

Dentre os trabalhos desenvolvidos pelos professores-alunos podemos citar como exemplo:

1. Um dos professores desenvolveu um projeto onde seus alunos criaram versões de músicas populares. As letras tratavam dos conceitos Físicos estudados por eles em sala de aula e laboratório. No fim do bimestre toda a Escola foi envolvida em um festival onde as músicas foram apresentadas.
2. Outro investigou as concepções intuitivas e deficiências sobre os conceitos Físicos dos alunos e propôs atividades que provocassem a sua superação. A constatação que os alunos não questionam e não especulam, sobre conhecimentos científicos, levou o professor a desenvolver atividades onde os mesmos fossem levados a medir, organizar dados em tabelas, representar graficamente estes dados, a especular sobre os resultados não diretamente medidos, a expressar estes resultados através da escrita, a discutir sobre os conceitos subjacentes e a interpretar os resultados obtidos.
3. Um terceiro propôs para os alunos que eles construíssem o material experimental e utilizou este material, nas aulas, para discutir os conceitos Físicos envolvidos.

Os professores de um modo geral tentaram trabalhar a questão do erro como obstáculo à aprendizagem, a falta de confiança do aluno que acaba levando-o a procurar apenas a memorização e à repetição do conhecimento que vem do professor, a especulação e a confiança em discutir resultados obtidos em exercícios ou experiências.

PAINEL 4.12 - CONTRIBUIÇÃO PARA A MELHORIA DOS CONCEITOS DA METROLOGIA NO ENSINO DA FÍSICA

Julio Cesar Vaz da Silva¹ e Mauricio dos Santos Guimarães²

¹Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca e ²Escola Técnica Federal de Química - Manguima@uninet.com.br

A partir do ano de 1999, as Escolas de Ensino Médio do país estarão submetidas à implantação das reformas preconizadas pela nova LDB e a Câmara de Educação Básica já apresenta as suas propostas de regulamentação da Base Curricular Nacional e de Organização do Ensino Médio a pedido do Conselho Nacional de Educação do MEC.

Entendemos que os professores de Física devem se atualizar quanto ao teor da Lei e estarem prevenidos, principalmente, quanto à Nova Organização Curricular e às propostas pedagógicas, que incluem o ensino da Física, numa área comum, chamada de Ciências da Natureza e Matemática e, também, a possibilidade de termos uma mudança radical na formação e redimensionamento da visão profissional da Categoria dos Professores de Física no Brasil, já que qualquer profissional graduado poderá completar as disciplinas pedagógicas em “Escolas Superiores Credenciadas” e passarem a lecionar Física nas nossas Escolas de Nível Médio.

Em função de tais perspectivas futuras, o Ensino atual da Física, na Escola Média, carece de uma atualização e reforço em conceitos de calibração de instrumentos de medida, novos padrões e outros aspectos da metrologia, como, por exemplo a metrologia legal e seus procedimentos pela manutenção das unidades do Système Internacionnal d'Unités (SI), que no Brasil, é de responsabilidade do INMETRO.

Essa carência, de certo modo, pode ser considerada pela falta, nas aulas expositivas e teóricas de Física, da parte experimental (laboratórios de Física), fazendo com que o professor se afaste da operacionalização dos equipamentos, sua manutenção e da maioria dos procedimentos básicos metrológicos exigidos durante as experimentações.

Observa-se que poucas escolas de Ensino Médio no Brasil utilizam metodologias no ensino da Física, que contemplam o seu caráter de uma Ciência da Natureza (instrumental) e, por conseguinte, necessitando de experimentos para a comprovação de seus conceitos. Foi assim que, no ano de 1998, tivemos a oportunidade de participar, no Rio de Janeiro, do Programa Pró-Ciéncia/partneria CAPES-FAPERJ. Nas diversas fases do Curso discutimos a importância da atualização, por parte dos professores, dos conceitos sobre metrologia naquilo que se refere a medidas, calibração, cálculo de incertezas e outras questões próprias do assunto.

Assim, temos o intuito, nesse trabalho, de colaborar com todos os colegas professores de Física, que lecionam Física na Escola de Ensino Médio, apresentando alguns conceitos metrológicos atuais, visto que, já vai longe o tempo em que falávamos, nas nossas primeiras aulas, sobre grandezas, padrões e unidades de Bureau International de Poids et Mesures (BIPM/Sèvres), na França, como uma Instituição depositária de tais padrões, afastada (distante) e não Nacional, tendo a nosso dispõr o Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO, órgão que detém, no Brasil, nos seus diversos laboratórios, o controle e manutenção dos padrões internacionais, nacionais, primários, de referência, calibração e da confiabilidade metrológica utilizada no país.

O trabalho proposto apresenta o seguinte desdobramento

1. Discussão de texto sobre o histórico da metrologia
2. Apresentação expositiva da:
 - Metrologia no Brasil – pequeno histórico
 - A estrutura atual
 - A estrutura Metrológica Brasileira
 - O INMETRO: Metrologia Científica
 - Metrologia Industrial
 - Metrologia Legal
 - A estrutura metrológica mundial
3. Discussão sobre o Sistema Internacional de Unidades
4. Discussão sobre as definições das unidades SI de base
 - Comprimento
 - Massa
 - Tempo
 - Corrente elétrica
 - Temperatura termodinâmica
 - Quantidade de matéria
 - Intensidade luminosa
5. Discussão sobre os principais termos fundamentais em metrologia
 - Grandezas e Unidades
 - Medições
 - Resultados de medições
 - Padrões – hierarquia de Padrões
 - A discussão exatidão / precisão
6. Aspectos metrológicos da qualidade
7. Discussão sobre o processo de Medição
 - A medição
 - O processo de medição
 - Erros nas medições
 - Classificação dos erros
8. Características dos dados experimentais
9. Exemplos de calibrações
10. Qualidade em laboratório metrológico

PAINEL 5.1 - APLICAÇÕES DE FOTOGRAFIAS ESTROBOSCÓPICAS NO ENSINO DE FÍSICA

Denys Brasil Rodrigues da Silva
Colégio Estadual Nicarágua – Rio de Janeiro

A proposta deste trabalho é que cada professor de Física ou que cada escola monte um acervo de fotografias estroboscópicas em tamanho ampliado, compondo um álbum seriado a ser utilizado pelo professor como recurso visual, e de cópias reduzidas destas fotografias para serem manipuladas pelos alunos, com as quais farão medidas de distâncias e operarão com outras grandezas como tempo, velocidade, freqüência, quantidade de movimento etc., além de trabalharem com fatores de escala.

Exemplo de aplicação da proposta:

O professor apresenta uma fotografia estroboscópica em tamanho ampliado aos seus alunos, que recebem a cópia reduzida, acompanhada do material escrito como será visto a seguir:

“Caro aluno, você tem em mãos uma fotografia de exposição múltipla que registra uma colisão unidimensional realizada em laboratório:



A fotografia apresenta uma bola de golfe de massa $m_1 = 45,7 \text{ g}$, deslocando-se em linha reta até colidir frontalmente com uma bola de cera de massa $m_2 = 69,7 \text{ g}$, inicialmente em repouso. Após a colisão, as duas bolas saem unidas na mesma direção da bola incidente, formando um conjunto que pode ser considerado como um único corpo de massa $m = 115,4 \text{ g}$ ($m = m_1 + m_2$).

Considerando que as dimensões da foto são 10 vezes menores que as dimensões reais e que o intervalo entre duas posições sucessivas das bolas é de $1,0 \text{ s}$, podemos obter suas velocidades antes e depois da colisão, a partir de medidas feitas com uma régua milimetrada, colocada sobre a foto. Confira os valores de velocidades apresentados na tabela medindo na fotografia a distância entre a segunda e a terceira posições da bola de golfe (contadas da esquerda para a direita) e a distância entre as duas últimas posições das esferas, unidas, após a colisão.

	ANTES DA COLISÃO		APÓS A COLISÃO
	BOLA 1	BOLA 2	SISTEMA
MASSA (g)	$m_1 = 45,7$	$m_2 = 69,7$	$m_s = 115,4$
VELOCIDADE (cm/s)	$v_1 = 35,5$	$v_2 = 0$	$v' = 14,0$

Observando-se atentamente estes dados, verifica-se que a massa das duas bolas unidas é 2,53 vezes a massa da bola incidente. Ao mesmo tempo, constata-se que a velocidade da bola incidente é 2,54 vezes a velocidade das duas bolas combinadas (verifique isto fazendo os cálculos).

Levando-se em conta os algarismos significativos das medidas, o resultado é extremamente sugestivo. Como você interpreta este resultado?

Poderemos compreender melhor o que ocorreu se dermos atenção a outras grandezas envolvidas no problema: as quantidades de movimentos de cada bola e do sistema constituído pelas duas bolas. Faremos isto, organizando as novas informações numa segunda tabela (as massas foram convertidas para quilograma):

	QUANTIDADE DE MOVIMENTO (kg.cm/s)		
	bola 1	bola 2	sistema
antes	$Q_1 = 1,62 \rightarrow$	$Q_2 = 0$	$Q_s = 1,62 \rightarrow$
depois	$Q_1' = 0,64 \rightarrow$	$Q_2' = 0,98 \rightarrow$	$Q_s' = 1,62 \rightarrow$
variação	$\Delta Q_1 = 0,98 \leftarrow$	$\Delta Q_2 = 0,98 \rightarrow$	$\Delta Q_s = 0$

Verifique se todos os sentidos das setas e valores apresentados na tabela estão corretos, calculando-os em rascunho.

Com base nas informações da tabela, responda às seguintes questões, que ajudarão você a interpretar mais facilmente a experiência da colisão entre a bola de golfe e a bola de cera:

- 1) Por que, com a colisão, a quantidade de movimento da bola de golfe diminuiu, variando para a esquerda?
- 2) Por que, com a colisão, a quantidade de movimento da bola de cera aumentou, variando para a direita?
- 3) O fato destas variações terem sido ambas de $0,98 \text{ kg.cm/s}$ e em sentidos contrários sugere que houve a troca de alguma coisa entre as duas bolas durante a colisão? O que foi trocado entre as duas bolas?

- 4) O que se pode afirmar a respeito das quantidades de movimento do sistema antes e depois da colisão?
- 5) Na sua opinião, existe correlação entre as respostas às questões 3 e 4? Qual seria esta correlação?

BIBLIOGRAFIA:

1. ALVARENGA, B. e MÁXIMO, A. Curso de Física Volume 2. São Paulo: Harbra, 1993.
2. CANIATO, R. Mecânica. Campinas: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia, 1979.
3. PSSC. 3º edição em espanhol, s/d.

PAINEL 5.2 - ÓPTICA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

George K. Shinomiya¹, Felix C. da Silva², Mikiya Muramatsu

Instituto de Física da Universidade de São Paulo

1-(e-mail: george@fge.if.usp.br), 2-(e-mail: felix@fge.if.usp.br)

Este trabalho surgiu de um projeto financiado pela FAPESP, no Programa Especial de Ensino Público, que tem por objetivo introduzir melhorias no Ensino Médio e nesse caso, na área de óptica moderna. Em óptica física, desenvolvemos experiências simples, de fácil montagem e baixo custo, que abordam os conceitos de difração e interferência. O trabalho tornou-se viável devido a popularização dos *laser-pointers*, que hoje são encontrados com facilidade no mercado e a preços acessíveis. O laser é de fundamental importância em experimentos de óptica física por ser uma fonte de luz coerente, monocromática e de alta intensidade. Além dos *laser-pointers* utilizamos materiais simples, acessíveis e de baixo custo, tais como: prendedores de roupa, fendas simples e duplas, fio de cabelo, lâminas de microscópios, folhas de transparências, etc. A execução das experiências ilustra não apenas os conceitos de difração e interferência mas também mostra sua utilidade na obtenção de medidas precisas por métodos ópticos, como a medida de espessuras e diâmetros muito pequenos. O princípio de construção de hologramas também pode ser explorado, ampliando ainda mais o conhecimento do aluno e estimulando-o a buscar conhecimento em outras fontes. Ênfase especial é dada ao aspecto de segurança quando se trabalha com luz laser (mesmo fontes aparentemente pouco intensas, como os *laser pointers*), alertando-se para o perigo da incidência direta do feixe sobre o olho, que pode causar danos irreversíveis à retina. Dessa maneira, a abordagem experimental torna o aprendizado mais concreto, motivante e extremamente rico, inclusive incentivando o aluno a idealizar e executar outros experimentos não contemplados no âmbito do presente trabalho, e contribuindo para uma formação sólida e duradoura.

INTRODUÇÃO

Difração e interferência são fenômenos característicos da física ondulatória, podendo ser observados na superfície da água, em ondas sonoras, etc. Todavia, daremos ênfase à ocorrência desses fenômenos no âmbito da óptica, devido às inúmeras aplicações tecnológicas e pela beleza dos padrões de cores resultantes.

Conforme você já deve saber, às vezes tratamos a luz como se fosse formada por um feixe de pequenos corpúsculos e às vezes como se fosse onda. O motivo é que a natureza da luz é mais complexa do que se pode imaginar. Alguns fenômenos só podem ser explicados se imaginarmos a luz constituída por corpúsculos que viajam a grande velocidade pelo espaço, como é o caso do efeito fotoelétrico e o espalhamento de Compton. Usamos assim um *modelo corpuscular* para a luz. Outros fenômenos, como a difração e a interferência, são explicados satisfatoriamente somente através de um *modelo ondulatório*.

Difração é a propriedade que a luz possui de contornar arestas e pequenos obstáculos ou barreiras, encurvando-se em suas proximidades; um fenômeno que não pode ser explicado com base num modelo corpuscular para a luz. Seu entendimento é possível se, além de um modelo ondulatório para a luz, fizermos uso do *Princípio de Huygens-Fresnel*.

Interferência é o resultado da combinação de duas ou mais ondas num mesmo ponto do espaço por superposição, ou seja, através da aplicação do Princípio de Superposição. Sempre que estivermos falando em interferência estaremos considerando ondas harmônicas que possuem o mesmo comprimento de onda e a mesma freqüência. Assim sendo, a interferência dependerá da diferença de fase entre as ondas.

EXPERIMENTOS

Neste trabalho sugerimos a execução de 5 experimentos de fácil montagem e que ilustram de modo concreto como se dá a difração e a interferência. São elas:

Difração por Fenda Simples. (Construída com lâminas de barbear).

Difração e Interferência por Fenda Dupla. (Construída com lâminas de barbear e fio de cabelo).

Difração em orifício circular. (Construída com agulha ou fáscias em lâminas de alumínio).

Interferência em lâminas delgadas de vidro e de acetato.

Com a utilização da luz laser, esses experimentos mostram aplicações práticas dos fenômenos de interferência e difração, na determinação das larguras das fendas, das espessuras do fio de cabelo e das lâminas delgadas e do diâmetro do orifício. São apresentadas também, demonstrações qualitativas de fácil execução como o espectro da difração da luz branca através da fenda simples, o padrão de interferência na bolha de sabão, em CD e película de óleo.

COMENTÁRIOS

Pelos experimentos sugeridos, difração e interferência não são assuntos de interesse apenas acadêmico, mas que podem ser aplicados em alguns fenômenos do cotidiano. Além disso é uma boa oportunidade de introduzir noções de técnicas interferométricas para medidas com boa precisão, na dimensão do micrométrico, que seriam difíceis com instrumentos tradicionais. Uma alternativa interessante é a medida do comprimento de onda da luz do diodo laser utilizado ($\lambda \approx 650$ nm e potência < 5 mW), usando-se fendas

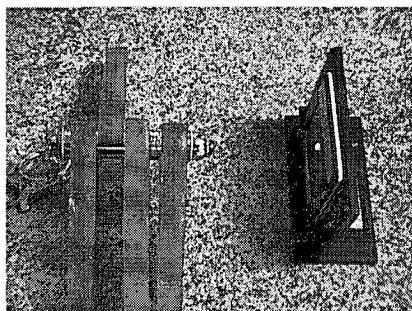


Fig. 1 Ponteira laser apoiada por prendedores de roupa e o feixe incidindo sobre a fenda única.

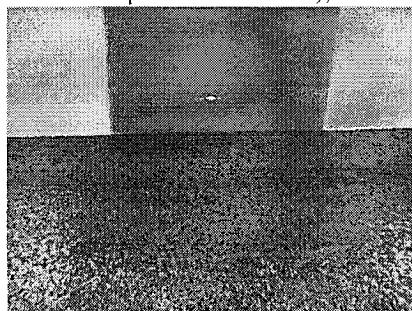


Fig. 2 Padrão de difração obtido pela fenda única.

calibradas com boa precisão. Outra aplicação que está sendo desenvolvida é a construção de um kit de holografia. Para se obter um holograma, gravamos um padrão de interferência num filme fotográfico de altíssima resolução e após o processamento químico, conseguimos reproduzir as características do objeto holografado em três dimensões.

AVALIAÇÃO

Ultimamente temos ministrado cursos de atualização em Óptica Moderna, destinados aos professores da Rede Pública, os quais se mostraram bastante interessados na abordagem desse tema, pois é uma oportunidade de introduzir conceitos de física moderna e com aplicações tecnológicas importantes. Essa motivação é também devido às questões formuladas pelos alunos, relativo aos princípios e aplicações do laser, fibra óptica, holografia, etc. Discute-se finalmente questões ligadas ao manuseio inadequado da ponteira laser por crianças ou mesmo adultos, principalmente, devido aos danos irreversíveis provocados na visão.

BIBLIOGRAFIA

- French, A.P. - *Vibraciones y Ondas* - Editorial Reverté - 1974.
- Hecht, E. - *Optics* - Addison Wesley - 1998 - 3^a ed.
Existe uma versão em português, de uma edição anterior deste livro, editado pela Fundação Calouste Gulbenkian (Portugal).
- Physical Science Study Committee (Comitê organizador) - *Física - Parte II* - Editora Universidade de Brasília - 1964.
- Robilotta, C.C. & Ukita, G.M. - *Apostila de Laboratório de Óptica (Licenciatura)* - Instituto de Física - USP - 2º sem/1995.
- Tipler, P.A. - *Física para cientistas e engenheiros* - Vol. 4 - Editora Guanabara Koogan - 1995.

PAINEL 5.3 – INSERÇÃO DA FÍSICA MODERNA NO 2º GRAU ATRAVÉS DE ATIVIDADES EXTRA-CURRICULARES

Cláudio José Santos¹ e Sérgio Melo Arruda²

¹Colégio Estadual D. Pedro I, Lidianópolis, PR, e Colégio Santa Olga, Ivaiporã, PR.

²Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, PR – Email: arruda@sercontel.com.br

O problema da modernização do ensino de Física no nível médio tem sido objeto de reflexão nos últimos anos. Artigos, teses, cursos e livros paradidáticos tem sido elaborados numa tentativa de prover subsídios para a inserção de conteúdos mais atuais na sala de aula ou para uma reestruturação do currículo da escola média, principalmente em virtude na nova LDB, aprovada recentemente.

Por essa razão o Departamento de Física da Universidade de Londrina se envolveu, a partir de 1997 com a consolidação de um grupo de trabalho constituído por professores do 2º grau e pesquisadores da área de ensino de Física, buscando investigar as possibilidades e perspectivas da introdução da Física Moderna e Contemporânea na escola média, numa tentativa de levantar e propor soluções aos problemas práticos que surgem durante o enfrentamento dessa questão.

O grupo, denominado por nós de Grupo de Física Moderna (GFM), surgiu a partir do interesse demonstrado por professores da escola secundária, durante o curso de atualização ministrado em 97 (Prociências). Foi elaborado um plano de trabalho, na forma de um projeto preliminar, numa tentativa de formalizar um trabalho colaborativo entre docentes do segundo e do terceiro graus. O projeto foi então submetido posteriormente ao Prociências, tendo sido aprovado para a execução em 1998.

O projeto inicialmente teve dois objetivos principais:

- A constituição de um grupo que discutisse a inserção da Física Moderna no currículo de 2º grau do estado do Paraná.
- Atualização dos professores participantes em conteúdos relacionados à Física Moderna e Contemporânea.

Um plano geral de trabalho para 3 anos foi definido, que previa, além da constituição de um grupo, a preparação de materiais instrucionais para serem utilizados em sala de aula, a testagem do material através de algumas intervenções e a elaboração de propostas de alteração curricular e apresentação à Secretaria de Educação do Estado do Paraná.

As reuniões preliminares para a constituição do grupo se iniciaram em Fevereiro de 98, com a participação de apenas 10 professores. Gradativamente, esse número cresceu até atingir um total de 30. Os professores que formam o grupo pertencem a 7 Núcleos Regionais de Educação (NRE) da região norte do Estado do Paraná. O NRE é a instância administrativa regional da Secretaria de Educação do Estado do Paraná e corresponde às Delegacias de Ensino do Estado de São Paulo. Para facilitar a interação dos professores entre si e a organização dos trabalhos, os 30 professores foram separados em equipe, de acordo com o NRE ao qual pertencem. Uma separação que ocorreu mais ou menos naturalmente, por que muitos moram na mesma cidade e tinham maior contato entre si.

Durante os primeiros encontros procuramos deixar claro os objetivos gerais do trabalho e iniciar as discussões e aulas sobre conceitos da Física Moderna, conforme expectativa dos próprios professores. A princípio a questão do conteúdo pareceu ser central a grande parte dos professores, pois a maioria deles não é formada em Física e portanto teve pouco contato com conteúdos da Física Moderna. Gradativamente, diversos outros temas e questões passaram a ser objeto de discussão nas reuniões gerais, tais como: a falta de interesse dos estudantes, as diferenças entre a escola pública e a particular, as implicações do texto do MEC “Proposta Preliminar para as Áreas das Ciências da Natureza...” sobre o trabalho do grupo, etc.

Apesar dessa gama de problemas, alguns dos professores começaram a se mobilizar para o planejamento de tópicos de Física Moderna para serem inseridos em suas aulas. As equipes começaram gradativamente a se formar e alguns planos de trabalhos foram delineados.

Um desses trabalhos, considerado em maiores detalhes aqui, procurou abordar a questão da inserção da Física Moderna na escola média através de atividades extra-curriculares. Para isso, foram formados grupos de estudos com alunos do 2º grau em duas escolas, sendo uma na cidade de Ivaiporã e outra na cidade de Lidianópolis, Estado do Paraná. As atividades se iniciaram a partir de discussões de textos extraídos de revistas de divulgação científica, tais como a Ciência Hoje, Superinteressante e Globo Ciência, cujos temas era escolhidos pelos próprios alunos. A partir desses temas, discussões sobre questões mais localizadas puderam ocorrer. Essa equipe também fez uso de um experimento demonstrativo simples, no qual o uso de sensores fotoelétricos permitiu discutir assuntos relacionados à natureza da luz, tais como, o efeito fotoelétrico e dualidade, bem como semicondutores, simulando com esse experimento o controle remoto de uma televisão.

Com relação à resposta dos estudantes sobre essas atividades, podemos afirmar que as mesmas têm motivado muitos alunos para análises de fenômenos físicos naturais e têm aumentado o interesse e a participação dos mesmos nas aulas regulares de Física. Esse trabalho também tem servido como referência às demais equipes que estão planejando a introdução da Física Moderna dentro das aulas regulares.

PAINEL 5.4 - INTRODUCINDO A FÍSICA MODERNA NO ENSINO DE NÍVEL MÉDIO: ÓPTICA DE FEYNMAN

Sérgio R. de Paulo, Iracema J.C. de Paulo e Carlos Rinaldi
(Depto. de Física-ICET-UFMT – Av. Fernando Correia, S/N – Coxipó – 78060-900 – Cuiabá-MT
e-mail: sergio@cpd.ufmt.br)

Introdução:

A introdução de tópicos de Física Moderna no ensino de nível médio tem se destacado como objeto de estudo de diversos trabalhos na área de Educação em Ciências [Terrazzan, 1994]. A importância de se estudar tal assunto se resume principalmente no fato de que o ensino de ciências a nível médio (e superior também)

se encontra bastante defasado com relação ao progresso científico ocorrido nas últimas décadas. Os conceitos de física trabalhados no nível médio mal chegam ao ano de 1850, quando a formulação final do eletromagnetismo clássico foi estabelecida. Levar a Física Moderna ao segundo grau é fundamental não meramente na expansão de conhecimento dos estudantes, mas na própria reformulação de sua visão de mundo. O advento da Mecânica Quântica no começo do século (XX) colocou em cheque o determinismo cartesiano, uma filosofia que está fortemente arraigada na população do mundo de hoje. Nas últimas décadas, a ciência já vive uma segunda revolução, especialmente caracterizada pela Teoria da Complexidade [ver, por exemplo, Capra, 1998 e Nicolis and Prigogine, 1998], em que se verifica que a própria Física Clássica não é determinística. A compreensão desses conceitos, por parte dos aprendizes, é fundamental para que eles entendam as complexidade da vida contemporânea, como a dinâmica da economia, por exemplo.

De acordo com resultados anteriores obtidos pelo nosso grupo de pesquisa [de Paulo, 1997], a crença de que a Física Clássica é determinística se baseia principalmente em sua superidealização, ou seja, no estudo de problemas ideais e pouco condizentes com a realidade do cotidiano, como, por exemplo, considerar-se que a força de atrito seja constante, que a amplitude do pêndulo seja pequena, que é possível a existência de um sistema físico contendo apenas dois corpos.

A superidealização na Física Clássica não diz respeito apenas à mecânica. Conforme nossos resultados experimentais têm demonstrado, o ensino de óptica no ensino médio (e superior também, pois ambos são basicamente iguais) leva à concepção alternativa de que a luz é constituída de raios, ou seja, que os raios de luz são entidades reais, e não meras abstrações que têm como objetivo entender o processo de formação de imagens. Conforme é conhecido pela Física Moderna, a luz não é em absoluto constituída de raios e nem mesmo se propaga em linha reta [Feynman, 1992].

O ensino de óptica geométrica nas escolas ignora uma característica fundamental da luz: o seu comportamento ondulatório. Esta lacuna torna a óptica geométrica incapaz de descrever certos fenômenos importantes, tais como o fato de que a reflexão da luz numa lâmina de vidro depende de sua espessura e a interação da luz com redes de difração, sendo este um dos fenômenos físicos mais importantes para a indústria de armazenamento de dados nos dias de hoje.

O objetivo deste trabalho é apresentar uma alternativa para o ensino de óptica no nível médio. A alternativa que propomos é a utilização do procedimento utilizado por Feynman [Feynman, 1992], o qual leva em conta os fundamentos da Mecânica Quântica e lança as bases para uma compreensão mais profunda da interação da luz com a matéria e da eletrodinâmica quântica.

A óptica de Feynman:

O procedimento utilizado por Feynman para descrever os fenômenos de interação da luz com a matéria (reflexão, refração, interferência, etc.), nos termos da Mecânica Quântica é bastante simples. Tão simples quanto a óptica geométrica atualmente ensinada nas escolas.

Suas considerações principais são as seguintes:

- i) A luz (ou radiação eletromagnética com qualquer frequência) emitida de uma fonte situada no ponto A chega até um ponto B qualquer do espaço atravessando todos os caminhos possíveis entre A e B;
- ii) A intensidade da luz no ponto B pode ser calculada somando-se a amplitude da luz resultante de cada trajetória e elevando-se o valor resultante ao quadrado;
- iii) A amplitude da luz, no ponto B, que seguiu uma dada trajetória é representada por um vetor de tamanho constante, mas cuja orientação é dada de acordo com a posição do ponteiro de um relógio, que é ativado no instante que a luz é emitida do ponto e é parado no instante que a luz chega ao ponto B.

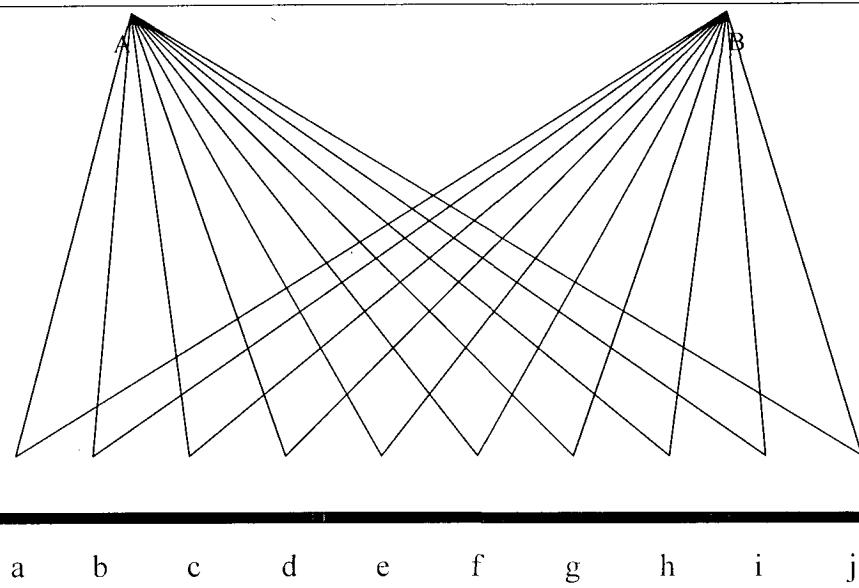
A consideração iii) reproduz a característica ondulatória da luz. De acordo com a sua frequência, o ponteiro desse relógio (ao qual chamamos de *Relógio de Feynman*) se move com maior ou menor velocidade. A velocidade do relógio dependerá também do meio onde a luz se propaga. Na verdade, a posição do ponteiro do relógio de Feynman representa a fase da onda eletromagnética, que - em função da distância (d) percorrida pela luz em cada trajetória, da frequência (f) e da velocidade (v) da luz num determinado meio – pode ser dada por $2\pi f d/v$, em radianos, ou – em função do comprimento de onda (λ) – por $2\pi d/\lambda$, em radianos, ou $360 d/\lambda$, em graus, ou ainda $12 d/\lambda$, se temos um relógio com 12 divisões.

Do ponto de vista de Feynman (e da Eletrodinâmica Quântica), uma imagem é formada devido a uma redistribuição espacial do campo eletromagnético, que é definida por múltiplas interferências construtivas e destrutivas. Assim, por exemplo, quando vemos uma pessoa vestindo camisa amarela e calça vermelha, significa que, em alguns pontos da retina, há interferência construtiva da cor amarela (e destrutiva da vermelha), enquanto que em outros pontos ocorre o oposto.

O cálculo geométrico de quais pontos do espaço ocorrerá interferência construtiva e destrutiva é feito em termos da soma dos vetores definidos pelo relógio de Feynman, para cada trajetória possível da luz.

Para exemplificar o procedimento, tomemos a figura abaixo que representa diversos caminhos que a luz pode percorrer, indo de uma fonte situada no ponto A até um ponto B qualquer do espaço, refletindo-se num espelho. Para entender a utilização da óptica de Feynman, podemos dividir o espelho num número razoável de pontos (a a j), igualmente espaçados, definindo-se assim 10 trajetórias diferentes. De acordo com o item iii), acima, deve-se calcular a fase da onda eletromagnética (suponhamos que seja monocromática),

utilizando-se a relação $12 d/\lambda$, para cada uma das 10 trajetórias. O valor de d corresponde ao comprimento de cada trajetória, o que pode ser medido com uma régua.



O passo seguinte é somar vetorialmente as fases, bastando colocar “enfileirados” os vetores correspondentes a cada posição final do ponteiro do relógio de Feynman, para cada uma das 10 trajetórias, ou seja, a extremidade anterior de um deles tocando na extremidade posterior do seguinte, e assim por diante, no procedimento usual que se faz ao somar vetores geometricamente. Elevando-se o comprimento desse vetor final ao quadrado, tem-se a intensidade de luz no ponto B.

Note que as trajetórias de luz não obedecem necessariamente à Lei de Reflexão (ângulo de incidência igual ao ângulo de reflexão), lei esta que não é fundamental dentro da Eletrodinâmica Quântica. É interessante observar que a resolução tradicional do problema diz que o *raio de luz* deve se refletir entre os pontos e e f, o que leva à concepção alternativa de que, se rasparamos o espelho de forma que ele não reflita entre os pontos e e f, a luz não poderia chegar até B.

Referências:

1. Capra, F. (1998) – *A Teia da Vida* – Editora Cultrix – São Paulo.
2. De Paulo, I.J.C. (1997) – *Elementos de uma proposta para a inserção de tópicos da Física Moderna no ensino médio* – Dissertação de Mestrado – Pós-Graduação em Educação – UFMT.
3. Feynman, R.P. (1992) – *QED, A Estranha Teoria da Luz e da Matéria* – Gradiva – Lisboa.
4. Nicolis, G. and I. Prigogine (1998) – *Exploring Complexity* – W.H. Freeman and Company – New York.
5. Terrazzan, E.A. (1994) – *Perspectivas para a Inserção da Física Moderna na Escola Média* – Tese de Doutorado – Faculdade de Educação da USP.

PAINEL 5.5 - O ENSINO DE FÍSICA CONTEMPORÂNEA EM ESCOLAS DE NÍVEL MÉDIO: UMA EXPERIÊNCIA A PARTIR DA DISCIPLINA “PRÁTICA DE ENSINO DE FÍSICA” DA UFRGS

Fernanda Ostermann e Marco Antonio Moreira
 Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
 C.P.15051, 91501-970, Porto Alegre, RS
 e-mail:fernanda@if.ufrgs.br

Neste estudo, relata-se uma experiência de atualização curricular no ensino médio, desenvolvida, ao longo do 2º semestre de 1998, na disciplina “Prática de Ensino de Física” do último semestre do curso de Licenciatura em Física da UFRGS.

O estágio supervisionado de futuros professores de Física em escolas bem como discussões teóricas sobre ensino-aprendizagem fazem parte desta disciplina (Ostermann, 1995). Ao longo de quatro meses, os estagiários estão envolvidos com as seguintes etapas de trabalho: observação das aulas do professor de Física da escola, monitoria nas aulas do referido professor, planejamento de seu período de regência, regência de pelo menos 10 aulas, elaboração de um relatório final. Os seis créditos da disciplina estão distribuídos,

igualmente, em parte prática (realizada na escola) e em aulas teóricas ministradas na universidade. Desde que foi integrado ao currículo da Licenciatura em Física da UFRGS, o estágio, apesar de introduzir algum tipo de reformulação metodológica na Física do ensino médio, sempre trabalhou com conteúdos desenvolvidos nas escolas, isto é, com a Física que avança, no máximo, até o início do nosso século. No entanto, uma reformulação significativa ocorreu no semestre 98/2, quando a disciplina foi estruturada de tal modo a contribuir para a inserção de tópicos contemporâneos nos currículos das três escolas envolvidas com os estágios: Colégio de Aplicação da FACED – UFRGS, Escola Estadual Florinda Tubino Sampaio e Colégio Saint Exupéry (escola particular).

Os tópicos de Física Contemporânea foram selecionados a partir de uma metodologia de consulta a especialistas (técnica Delphi) que levantou, junto a físicos, pesquisadores em ensino de Física e professores do ensino médio brasileiros, tópicos da pesquisa atual em Física a serem incorporados ao currículo das escolas (Ostermann e Moreira, 1998). A partir da obtenção de uma lista de tópicos, dois foram selecionados: supercondutividade e partículas elementares.

Os doze alunos matriculados na disciplina foram organizados em duas turmas, sendo que cada turma trabalhou com um tema. Ao longo de um mês, em encontros semanais de três horas para cada turma, a professora da disciplina de "Prática" ministrou aulas expositivas sobre cada tópico, desenvolvidas a partir de muitas discussões e baseadas em dois textos elaborados precisamente para este fim (Ostermann et alii, 1998; Ostermann, 1998). No mês seguinte, foram preparadas as aulas do período de regência (em torno de dez períodos) e elaborado, entre outros recursos (demonstração da levitação magnética, pôster, transparências, slides), um texto para os alunos de nível médio sobre cada tópico. Na metade do terceiro mês, iniciou-se o período de regência, o qual durou, em média, três semanas para cada estagiário. As aulas por eles ministradas foram avaliadas a partir de observações da professora de "Prática". A aprendizagem de seus alunos, por sua vez, foi avaliada através de um questionário inicial contendo perguntas abertas sobre cada tema e, ao final, os alunos responderam novamente a perguntas abertas e também a um teste de escolha múltipla.

Como conclusão, são apresentados e discutidos os resultados obtidos com a introdução de dois tópicos de Física Contemporânea – supercondutividade e partículas elementares - no currículo de três escolas de nível médio, bem como o papel da/na formação de professores na implementação de currículos de Física mais atuais. Em síntese, estes resultados permitem concluir que a aprendizagem de conceitos modernos por alunos do ensino médio não só é viável como também pode despertar maior interesse pela Física. Além disso, é fundamental formar professores de Física que percebam a importância da atualização curricular e que possuam ferramentas para implementá-la em sua futura prática docente.

PAINEL 5.6 - UMA TABELA PARA PARTÍCULAS ELEMENTARES E INTERAÇÕES FUNDAMENTAIS

Fernanda Ostermann e Cláudio J. de H. Cavalcanti
Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
CP 15051, 91501-970, Porto Alegre, RS.
E-mail: fernanda@if.ufrgs.br

Neste trabalho, é apresentada uma tabela colorida em tamanho de pôster (84 cm x 60 cm) que pode ser utilizada como material didático para a incorporação no ensino médio de um tema atual de Física: partículas elementares e interações fundamentais. Esta tabela foi desenvolvida a partir da tradução e adaptação de materiais do "Contemporary Physics Education Project" (Califórnia, Estados Unidos, 1995) e do curso "Topics in Modern Physics", organizado pelo Fermi National Accelerator Laboratory (Illinois, Estados Unidos, 1995).

A idéia deste trabalho é mostrar a alunos de ensino médio, através de uma tabela colorida, em tamanho de pôster, como toda a matéria do universo pode ser entendida a partir de quarks e léptons. Os hadrons, por sua vez, são formados por quarks e classificados em bárions e mésons. Algumas propriedades destas partículas são apresentadas em tabelas menores, tais como massa, carga e spin. As interações fundamentais estão organizadas em três quadros: um com as massas e as cargas dos bósons mediadores, outro com as propriedades básicas das interações e, finalmente, um quadro com as escalas de comprimento, instrumentos de medida e sistemas envolvidos em cada interação. Além disso, é mostrada uma representação da estrutura atômica atualmente aceita, uma ilustração do decaimento beta do nêutron e a aniquilação quark-antiquark no méson pi-zero. Textos explicativos estão intercalados entre os quadros, as tabelas menores e os desenhos para esclarecimento de certos pontos, tais como: spin, unidade de carga elétrica, equivalência entre massa e energia, composição de quarks dos bárions e dos mésons, o que são bósons e férmons, a idéia de antipartícula, carga de cor, diferença entre força forte residual e fundamental.

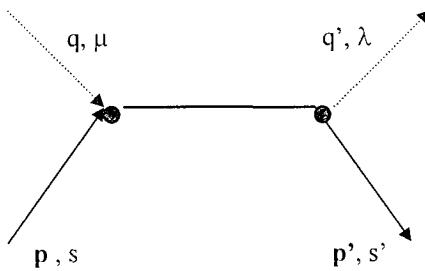
PAINEL 5.7 - INTERPRETAÇÃO DOS FENÔMENOS DA ÓPTICA GEOMÉTRICA ATRAVÉS DA INTERAÇÃO FÓTON-ELÉTRON: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO MÉDIO

Renato Centenaro Santaella¹ e Maria Inês Nobre Ota²
¹Aluno de Especialização da Universidade Estadual de Londrina
²Departamento de Física/UEL, INESOTA@FÍSICA.UEL.BR

Vamos apresentar um resumo de regras de Feynman úteis ao estudo da nossa proposta de interação fóton-elétron.

Não é possível, aqui, discutirmos porque valem as regras já que isto não é trivial. Tal tipo de discussão pode ser encontrada em livros de teoria quântica de campos. Nós vamos nos limitar apenas a mostrar como essas regras funcionam, e ainda assim, apenas nos casos que nos interessam diretamente.

As regras de Feynman servem para calcular amplitudes relativísticas, para utilizar essas regras, partiremos de um desenho, o diagrama de Feynman, que descreve o processo que se deseja estudar.



Este diagrama é lido da seguinte maneira: elétron chegando, fóton chegando, absorção do fóton, elétron propagando-se, emissão do fóton, fóton saindo, elétron saindo.

- ↗ Elétron chegando
- ↘ Elétron saindo
- ↖ Fóton chegado
- ↗ Fóton saindo
- Vértice
- propagador do elétron

Para construir a amplitude de espalhamento correspondente ao diagrama, lê-se da direita para a esquerda e faz-se o produto das probabilidades de cada caso.

$$[eletron\ saindo] * [foton\ saindo] * [vertice\ direito] * [propagador\ do\ eletron] * [vertice\ esquerdo] * [foton\ chegando] * [eletron\ chegando]$$

onde, cada parte desta amplitude corresponde a:

fóton chegado: ϵ^μ

fóton saindo: ϵ^λ

elétron chegado: $u(\beta) = \frac{1}{\sqrt{E+m}} \left[\begin{array}{c} (E+m)I \\ \sigma \cdot \beta \end{array} \right] \chi$

elétron saindo: $u(\beta') = \frac{1}{\sqrt{E'+m}} \chi' \left[(E'+m)I; \sigma \cdot \beta' \right]$

vertice esquerdo: $-ie\gamma^\mu$

vertice direito: $ie\gamma^\lambda$

$$\left[\begin{array}{c} E - \sigma \cdot \beta \\ \sigma \cdot \beta - E \end{array} \right] + mI$$

propagador do elétron: $i \cdot \frac{p^2 - m^2}{p^2}$

$$\text{Amplitude: } i.T = u(\vec{p}^{\perp}).\varepsilon^\lambda(i\gamma^\lambda) i \cdot \frac{\left[\begin{matrix} E - \vec{\sigma} \cdot \vec{p} \\ \vec{\sigma} \cdot \vec{p} - E \end{matrix} \right] + mI}{p^2 - m^2} (-ie\gamma^\mu). \varepsilon^\mu u(\vec{p})$$

$$T = \frac{e}{\sqrt{E + m}\sqrt{E + m}} \chi^\mu \left[(E + m); \vec{\sigma} \cdot \vec{p} \right] e^\lambda \gamma^\lambda \begin{pmatrix} E + m & -\vec{\sigma} \cdot \vec{p} \\ \vec{\sigma} \cdot \vec{p} & -E + m \end{pmatrix} e^\mu \gamma^\mu \left[\begin{matrix} E + m \\ \vec{\sigma} \cdot \vec{p} \end{matrix} \right] \chi$$

onde:

E = energia do elétron antes da interação

m = massa de repouso do elétron

σ = matriz de Pauli

χ = espaço de spin

γ = matriz de Dirac

I = matriz identidade

O cálculo desta amplitude de espalhamento da seção de choque, corresponde ao espalhamento de um fóton por um elétron. Os resultados obtidos são úteis para interpretar fenômenos mais complexos que envolvem muitos corpos como por exemplo, o espalhamento da luz solar pela atmosfera, e a reflexão da luz por superfícies.

Além de fenômenos que envolvem o espalhamento fóton-elétron, analisam-se também situações que são relacionadas à propagação de fótons que na eletrodinâmica quântica podem ter velocidades diferentes da velocidade da luz, tem probabilidade de propagar-se em todas as direções, a reflexão em superfícies pode acontecer em diferentes ângulos, cada um com uma amplitude, etc. Através do cálculo destas diferentes amplitudes de propagação dos fótons interpreta-se as leis da óptica geométrica, ou seja, as leis da reflexão da refração e a propagação retilínea da luz, que resultam das amplitudes de probabilidade de propagação de fótons em todas as direções.

A interpretação de propagação dos fótons pela eletrodinâmica quântica é diferente da clássica, mas na soma de todas as probabilidades de propagação do fóton, pela eletrodinâmica quântica, chegamos aos resultados da física clássica.

PAINEL 5.8 - VISUALIZANDO ONDAS ELETROMAGNÉTICAS E MEDINDO A VELOCIDADE DA LUZ: UM EXPERIMENTO NA COZINHA DE SUA CASA

Christie Jacob Almeida¹; Tarcísio Aparecido Pauka²; Carlos Eduardo Laburú³ e Maria Inês Nobre Ota⁴

¹Graduando do Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, aljacob@sercomtel.com.br

²SEED/PR e Especializando do Dep. de Física, Universidade Estadual de Londrina

³Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, laburu@npd.ucl.br

⁴Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, inesota@fisica.ucl.br

Nos últimos anos, um crescente movimento entre Educadores de Física vem indicando a necessidade de atualizar o currículo do ensino médio com conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC). Nos eventos da área de educação científica, da década atual, é possível constatar um volume significativo de trabalhos em FMC. Nos penúltimos Encontro de Pesquisadores de Ensino de Física (V EPEF) e Simpósio Nacional de Ensino de Física (XII SNEF) contam-se, respectivamente, por volta de 11 e 30 referências, que abordam direta e indiretamente tópicos relacionados àqueles temas, o que representa uma quantidade expressiva de trabalhos. No último Encontro de Pesquisadores de Ensino de Física (VI EPEF), por exemplo, encontramos um levantamento entre físicos-pesquisadores, professores do nível médio e pesquisadores em Ensino de Física, sugerindo tópicos de FMC (Ostermann & Moreira, 1998). Nas publicações, por outro lado, já é possível encontrar sugestões pedagógicas de como tratar a FMC, tanto para o nível universitário (Costa & Santos, 1998; Villani & Arruda, 1996; Fisher & Lichetfeldt, 1992) quanto para o nível médio (Ostermann et al., 1998; Costa & Santos, 1995; Terrazzan, 1992).

Com respeito propriamente ao nosso trabalho, o conteúdo enfocado encontra-se dentro do tratamento da Física Clássica. Nele, houve a intenção em envolver, intimamente, o cotidiano tecnológico e a investigação experimental. Estas duas últimas considerações podem ser igualmente vistas em um outro trabalho na perspectiva da FMC (Laburú et al., 1998), em que se presenciam preocupações nesse sentido. Assim, procuramos não ficar restritos a exclusivos tratamentos teóricos em FMC, mas, na medida do possível, poder agir empiricamente sobre o conhecimento estudado.

Sinteticamente o trabalho aqui apresentado propõe “visualizar” uma onda eletromagnética, mais especificamente, o padrão de ondas estacionárias formado dentro da caixa de ressonância de um forno de microondas caseiro. Essa visualização pode ser conseguida através do registro da queima sobre papel de fax,

produzido pela componente elétrica do campo eletromagnético gerado pelo forno de microondas. Em seguida, mostramos que é possível calcular, a partir da medida do comprimento de onda registrada pelas ondas estacionárias eletromagnéticas, a velocidade da luz, com um erro experimental da ordem de 15%.

A idéia aqui desenvolvida teve como ponto de partida o trabalho de Stauffer (1997) Em contraste com este trabalho, o nosso procurou detalhar a física envolvida, sugerir um melhoramento na parte experimental e fazer uma crítica ao resultado empírico de Stauffer (1997), que é pouco convincente.

Referências

1. COSTA, I & SANTOS, M. S. (1995). How to introduce modern topics in high school curriculum? A proposal. Thinking Physics for teaching. Edited by Carlo Bernadini et al., Plenum Press, NY, 371-379.
2. COSTA, I & SANTOS, M. S. (1998). A fm c na escola média: uma estratégia de mudança na prática docente, *Resumos do VI Encontro de Pesquisadores de Ensino de Física*, Florianópolis, SC, 137-139.
3. FISCHER, H. & LICHTFELDT, M. (1992). Learning quantum mechanics. In: *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies. Proceedings of na International Workshop Held at the University of Bremen*, march 4-8, Duit et al. (Eds.), 240-251.
4. LABURÚ, C. E., SIMÕES, M. & URBANO, A. (1998). Mexendo com polaróides e mostradores de cristais líquidos. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. Em Impressão.
5. OSTERMANN, F. & MOREIRA, M.A. (1998). Tópicos de física moderna e contemporânea na escola média brasileira: um estudo com a técnica delphi, *Resumos do VI Encontro de Pesquisadores de Ensino de Física*, Florianópolis, SC, 111-113
6. OSTERMANN, F., FERREIRA, L. M. CAVALCANTI & C. J. H. (1998). Tópicos de física contemporânea no ensino médio: um texto para professores sobre supercondutividade, *Revista Brasileira de Física*, 20, 3, 270-288.
7. STAUFFER, R., H., Jr. (1997). Finding the speed o light with marshmallows - a take home lab, *Physics Teacher*, 35, april, 231.
8. TERRAZZAN, E. A. (1992). A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de fisica na escola de 2º grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 9, 3, 209-214.
9. VILLANI, A. & ARRUDA, S. M. (1996). Special theory of relativity, conceptual change and history of science, *Science & Education*, 7, 1, 85-100.

PAINEL 5.9 - A NATUREZA DA LUZ: UM EXEMPLO DE UTILIZAÇÃO DE TEXTOS DE DIVULGAÇÃO EM SALA DE AULA

José Alves da Silva¹ e Maria Regina Duibeux Kawamura²
¹j.dasilva@eudora.com.br ; ²mrkawamura@if.usp.br
Instituto de Física - USP

II - INTRODUÇÃO

Em que pese o fato de ainda haver pouca cobertura por parte da mídia para a área de ciência e tecnologia em se comparando com o avassalador papel social que estas últimas desempenham, não é difícil detectar uma preocupação crescente com a máxima difusão de conhecimentos relativos a estas áreas. Proliferam-se revistas, seções de jornais, programas multimídias, vídeos, filmes, exposições, palestras etc. com o objetivo de saciar aos anseios de uma população angustiada diante de transformações espantosamente rápidas em seu modo de vida, parecendo ter no conhecimento destas transformações um elemento a mais para a sua defesa.

A busca por este tipo de informação provoca, como assinala "KAWAMURA&SALÉM(2), "uma crescente preocupação com a difusão dos conhecimentos científicos para um público cada vez mais amplo e diversificado, o chamado público-leigo: crianças, jovens e adultos".

No entanto, o ensino de ciências e, no presente caso o de Física, parece estar à margem deste processo, conforme assinalam KAWAMURA&SALÉM(2): "parece evidente que, enquanto de um lado os meios de comunicação despertam interesse e atraem o público em geral (inclusive o estudante e o professor), de outro lado, a Física tratada na escola é, via de regra, vista como algo frio, desinteressante e distante, quando não assustador".

O fato do material de divulgação despertar este anseio e, além disso, mostrar-se na maioria das vezes "instigantes", alerta-nos para o seu potencial enquanto recurso didático. CARLI(1988), chegou a enumerar seis possibilidades de uso em sala de aula a partir dos objetivos pretendidos:

- Motivar os alunos para o estudo de um tema pouco interessante;
- Mudar o comportamento em relação à aprendizagem de ciências;
- Compreender os mecanismos de funcionamento e de produção do conhecimento científico: Alguns materiais de divulgação abordam os aspectos internos da ciência, isto é, ressaltam em que condições as instituições de pesquisa e as universidades funcionam e como produzem o seu conhecimento;
- Ilustrar o conteúdo formal;
- Atualizar conhecimentos em ciência;

- Avaliar socialmente a ciência: O impacto das informações veiculadas nos meios de comunicação é muito forte, de forma que quase nunca os indivíduos questionam as suas veracidades e tampouco refletem sobre as possíveis consequências em suas vidas.

Além destas possibilidades, acrescentaria uma outra de importância crucial: a possibilidade de estimular a leitura, algo praticamente esquecido no ensino de ciências. Segundo ALMEIDA(1993): “É por pensarmos na construção social e gradual do conhecimento, que devemos enfatizar a importância de práticas que, além de incorporarem o saber científico, contribuem para a formação de hábitos e atitudes que permanecerão após o abandono da escola. E a leitura de textos literários e de divulgação certamente tem lugar nessas práticas”.

III - OBJETIVOS

Uma vez explicitados o uso de textos de divulgação científica e a importância dos mesmos em sala de aula, torna-se mais claro o que se pretendeu fazer ao longo do trabalho: trata-se do uso de divulgação científica em sala de aula, precisamente em uma turma do Ensino Médio da rede pública estadual paulista, referentes ao tema ótica, dando-se uma ênfase especial à questão da natureza da luz (dualidade onda-partícula).

IV - METODOLOGIA

O primeiro procedimento tomado para a utilização destes materiais em sala de aula foi analisar detalhadamente o material de divulgação disponível no mercado, de forma a caracterizá-lo. Era necessário observar linguagem, tipo de publicação, possíveis interesses de diferentes público-alvos, assuntos mais abordados etc. para, somente a partir disto, escolher aqueles que seriam efetivamente utilizados em sala de aula.

A maneira com que resolvemos implantar este material foi por intermédio da elaboração de perguntas (chamaremos de “estratégia de perguntas”), devido ao fato de existir um número bastante expressivo de perguntas de leitores disponível no mercado referente a este tema..

Em seguida, foi pedido aos alunos que fizessem algumas perguntas sobre luz (tais quais às numerosas perguntas de leitores). Durante o curso, elaboraríamos estratégias para respondê-las. Como as perguntas foram propostas pelos alunos, pelo professor e outras extraídas do próprio material de divulgação, acreditamos ser o uso de textos de divulgação insuficiente para responder a todas. Por isso, foi necessário elaborar um conjunto de atividades (incluindo experimentos, pesquisas, leituras e discussões), para responder a cada uma das perguntas.

V - ALGUNS RESULTADOS OBTIDOS

Da análise do material de divulgação científica catalogado no FISBIT (Banco de Referências de Divulgação), referentes ao tema “luz”, observamos que a maioria dos textos era composta por perguntas de leitores (53,5%), seguidas de artigos (29,1%) e notícias (14%).

Ao mesmo tempo, relacionamos esse tipo de publicação com os assuntos abordados e percebemos que havia uma discrepância entre os assuntos abordados pelas perguntas de leitores (a maioria (73,1%) referia-se ao mundo sensível e curiosidades: cor, visão, arco-íris etc.); os artigos escritos abordavam, em sua maioria, a dualidade onda-partícula (57,9%); enquanto a maioria das notícias referia-se à novas descobertas tecnológicas referentes à luz (laser, fibra ótica etc.).

Como já dissemos, desses dados foi elaborada a chamada “estratégia de perguntas”, na qual os alunos formulariam qualquer pergunta sobre luz. A tabela abaixo, ilustra os assuntos abordados pelas perguntas dos alunos nessa fase inicial:

TABELA I

TEMAS	NÚMERO DE PERGUNTAS (%)
Natureza da luz	40,1
Associação Luz-eletricidade	32,7
Fenômenos óticos	14,3
Associação luz-vida	12,2
Total	100

A fim de que essas perguntas fossem respondidas, foi elaborado um conjunto de atividades, incluindo experimentos, pesquisas, discussões e leituras dos próprios textos de divulgação já previamente selecionados..

À medida em que algumas respostas vieram, foram surgindo novas perguntas dos alunos que ilustram claramente a extensão do conceito de luz para além do escolar, unindo a realidade do aluno ao conhecimento da escola, proporcionando-lhe cidadania. Vejamos as tabelas abaixo que apresenta novas perguntas elaboradas pelos alunos ao término do processo de ensino:

TABELA 2

TEMAS	NÚMERO DE PERGUNTAS
Fenômenos óticos	37,2
Natureza da Luz	25,6
Associação luz-eletricidade	23,3
Associação luz-vida	14,0
Total	100

É necessário observar que, a longo do trabalho, foram detectadas dificuldades na leitura por parte dos alunos, exigindo um maior acompanhamento individual por parte do professor.

VI - ANÁLISE DOS RESULTADOS

As tabelas anteriores mostram uma significativa mudança dos alunos ao longo do processo ensino-aprendizagem, principalmente quanto às suas concepções de luz.

Se na fase inicial, uma boa parcela dos alunos imaginava (ou confundia) a luz com eletricidade (lâmpada), esse número reduziu-se significativamente na fase final, ao mesmo tempo em que as perguntas referentes aos fenômenos óticos elevaram-se igualmente e de maneira significativa.

As perguntas referentes à natureza da luz também continuaram de maneira forte, tanto na fase inicial quanto na final. Porém, na fase final, existiam diferenças significativas: não se resumiam a questões do tipo "O que é luz"?; manifestavam-se na forma: "Seria possível determinarmos uma única teoria para a luz?", havendo, portanto, uma clara mudança na "qualidade" da pergunta.

As questões referentes à associação luz-vida continuaram praticamente no mesmo patamar, uma vez que não foi possível as trabalharmos tão detalhadamente. No entanto, na fase final, não havia mais perguntas referentes a um suposto caráter "místico e divino" para a luz.

Quanto ao uso específico do material de divulgação, acreditamos que, devido as suas próprias características (abordam o cotidiano, possuem apelo junto ao público, são atuais e procuram ser de fácil linguagem), essa mudança significativa observada nos alunos advém também da utilização dos mesmos. O material pareceu ser eficiente em tudo aquilo a que se propunha: motivou os alunos, possibilitou discussões, esclareceu dúvidas e estendeu o conhecimento da escola para além do seu âmbito, mostrando-se para os alunos como eficiente meio para a aquisição de suas cidadanias.

Proporcionaram também, aos alunos e na sala de aula, o desenvolvimento de outras habilidades como leitura, capacidades de exprimir-se e de discutir, além de provocar os diálogos aluno-aluno e professor-aluno.

BIBLIOGRAFIA

1. ALMEIDA, M.J.P - *Divulgação Científica e Texto Literário - Uma Perspectiva Cultural em Aulas de Física* - In: Cad. Catarinense de Ensino de Física 10 (1), Florianópolis, 1993.
2. CARLI,E.B - *Jornalismo Científico e Ensino de Ciências no Brasil* - Tese de mestrado, Instituto Metodista de Ensino Superior, São Bernardo do Campo, 1988.
3. KAWAMURA,M.R.D; SALEM,S. - *O Texto de Divulgação e o Texto Didático: Conhecimentos Diferentes?* - IFUSP, São Paulo, 1996.
4. KAWAMURA,M.R.D; SALÉM,S. - "*FISBIT*": Um Banco de Divulgação em Física - In: Atas do XII SNEF, Belo Horizonte, 1997.
5. SANTOS,L.C.A - *As Perguntas de Leitor Em Publicações de Divulgação* - In: Atas do XII SNEF, Belo Horizonte, 1997.
6. SILVA,J.A. - *Natureza da Luz: Da Mídia Para a Sala de Aula* - monografia de fim de curso, IFUSP, São Paulo, 1997.

PAINEL 5.10 - A FMC NA ESCOLA MÉDIA: AVALIAÇÃO DE UMA PROPOSTA POR ALUNOS

Antônio P. Portilho¹; Eduardo de P. Cordeiro²; Isa Costa; Lucia C. Almeida; Marly S. Santos³; Mauro Costa da Silva⁴;

Regina de Cássia M. de Almeida⁵ e Sidnei Percia da Penha⁶

¹UFF/Colégio Agrícola Nilo Peçanha, Rua José Breves, s/n, 27197-000, RJ

²Colégio Módulo Macaé, Rua Alfredo Backer, 554, 28700-000, RJ

³UFF/Instituto de Física, Av. Gal. Milton Tavares de Souza, s/n, 24210-340, RJ, e-mail: ensino@if.uff.br

⁴Colégio Salesiano Santa Rosa, Rua Santa Rosa, 207, 24240-220, RJ

⁵UFF/Colégio Técnico Agrícola Ildefonso Bastos Borges, Rod. Bom Jesus / Santo Eduardo, km1, 28360-000, RJ

⁶Instituto Educacional Professor Alaor, Estrada União Industrial, 9336, 25730-730, RJ

Constata-se que o ensino de Física praticado nas salas de aula apresenta algumas distorções em relação ao que deve preconizar uma educação moderna, isto é, voltada para a inserção do cidadão/trabalhador numa sociedade/mercado cada vez mais competitiva, onde o aluno vê-se obrigado a manipular um número crescente de informações. Entre estas distorções pode ser citada uma que parece muito importante: é comum alunos do ensino médio proporem problemas e perguntas aos professores, motivados por vários programas e

matérias sobre ciência veiculados pela mídia e relacionados com temas da Física Contemporânea. Muitas vezes, os professores encontram-se despreparados para enfrentar tais situações.

Conseqüentemente, os alunos perdem a motivação para estudar a Física curricular, por não verem satisfeitas suas expectativas.

Isto foi verificado em trabalhos anteriores (COSTA e outros, 1997 a e b; SANTOS e outros, 1997) apontando o interesse dos alunos da escola média por temas que envolvem conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC), através de informações colhidas junto a professores daquele nível de ensino.

Em síntese, o ensino de Física da escola média é deficitário na medida em que não consegue englobar conceitos contemporâneos, tornando-se desinteressante e desatualizado.

Até o momento, a iniciativa oficial para a correção deste quadro se traduz na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional 20/12/96, a qual preconiza que "... ao final do ensino médio o educando demonstre: domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna; conhecimento das formas contemporâneas de linguagem..."

Esse objetivo definido com força de lei já vinha sendo buscado por pesquisadores em ensino de Física que tratam a introdução de FMC, a partir da constatação de que na escola média a linguagem científica deve ser decodificada, a fim de ser operacionalizada com significado por quem a utilize, tendo em vista que este grau de ensino é o último a possibilitar um contato formal com conceitos físicos para a maioria da população estudantil.

Contribuindo para a consolidação desta linha de pesquisa, professoras do Grupo de Pesquisa em Ensino de Física do IF/UFF propuseram um projeto visando a implementação de FMC na escola média, em conjunto com professores em exercício neste nível de ensino de diferentes regiões do RJ, para atuarem como decodificadores de temas de FMC e veiculadores do material didático por eles produzido. Esta parceria justifica-se pela premissa de que a efetivação de mudanças em qualquer nível de ensino passa, necessariamente, por aquele que está em atuação na sala de aula.

Os pressupostos para a produção do material didático (texto e kit experimental) foram a manutenção de um elo com a Física Clássica, ao inserir temas de FMC ao longo do programa vigente, e de início, a exploração de artefatos do cotidiano (TV, fotocélula e microondas) para posteriormente desenvolver tópicos mais abstratos (holografia, laser, caos e fractais, radiação e relatividade). As etapas percorridas neste processo consistiram de pesquisa bibliográfica, redação de textos para o professor e para o aluno, montagem de kits experimentais (para os temas que assim o propiciaram) e aplicação do material junto a professores e alunos da escola média.

A primeira aplicação foi feita com a intenção de avaliar e obter "feedback" para uma possível reformulação do material e ocorreu durante quatro cursos de atualização para professores da escola média. Nessa oportunidade, a apresentação foi feita pelos próprios elaboradores que receberam relevantes sugestões para uma decodificação mais significativa dos temas de FMC. Com a segunda aplicação, buscou-se sondar a eficácia do projeto, como estratégia para alterar o quadro do ensino de Física descrito anteriormente. [Aqui serão enfocados os resultados obtidos com a aplicação dos temas: *Forno de microondas, Radiação, Laser, Célula Fotoelétrica e Holografia*, junto a 630 alunos da escola média.]

O instrumento de avaliação foi um questionário onde se investigou, entre outros aspectos, o interesse despertado nos alunos, o relacionamento dos temas ao cotidiano, e a adequação da linguagem, tanto nos textos quanto nas apresentações. Além disso, foi solicitada a sugestão de outros tópicos de FMC, com o intuito de atender essas expectativas em futuras oportunidades.

Destacou-se como quase unanimidade (99,5%) o interesse despertado, tanto em conteúdo quanto em forma como pode ser comprovado na justificativa: "*Eu acho que é importante este tipo de aula pois estimula, me faz gostar mais da matéria*". Quanto ao reconhecimento da relação dos temas com o dia-a-dia dos alunos, obteve-se uma grande maioria (88%) respondendo afirmativamente. A exemplificação não foi muito consistente em todos os temas, ficando mais expressiva para Laser. Apenas cerca de 11% não consideraram a linguagem adotada como de fácil compreensão. Os demais explicitaram em suas justificativas que as palavras usadas já faziam parte do vocabulário costumeiro em sala de aula. Cabe ressaltar que a manipulação dos kits facilitou sobremaneira o entendimento dos assuntos.

Dentre os temas sugeridos, os cinco mais citados foram: *buraco negro, radioatividade, big bang, fibra óptica e fusão nuclear*. Todos os resultados são parciais, uma vez que a aplicação dos temas de FMC depende da compatibilidade dos mesmos com o planejamento/programa de Física das escolas.

O processo de aplicação vem sendo ampliado já que se tem previsão do material ser utilizado por outros professores além de seus elaboradores.

Trabalho financiado com recursos do Programa Pró-Ciências da CAPES/FAPERJ

Bibliografia:

1. COSTA, I., ALMEIDA, L.C. e SANTOS, M.S. (1997a) Obstáculos e Possibilidades para a IFMC no 2º grau. XII SNEF, painel. Belo Horizonte, MG.
2. _____ (1997b) Física Moderna e Contemporânea no 2º grau. XII SNEF, comunicação oral. Belo Horizonte, MG.

3. LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO NACIONAL (1996), Brasil.
4. SANTOS, M. S., COSTA I., ALMEIDA, L. Leitura do Mundo Contemporâneo através da Física. 11º COLE. II Encontro de Ensino da Ciência, Leitura e Literatura. Campinas. SP.

PAINEL 5.11 - DAS REVISTAS DE ENSINO PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES: A UTILIZAÇÃO DE ARTIGOS NA DISCIPLINA DE LABORATÓRIO

V.M. Alves; C.A. Voigt; C.S. Buss; C.S. Camacho; E.R.P. Dobke; F.A.U. Volcan; F.M. Barros; J.S. Schulte; L.P. da Rosa; L.H.F. Vaz; M.A.B.V. da Silva; M. Lorandi; M.A. Vieira; M.C.G. Rickes; P.S. Morales; S.C. Alves e S.R. Macedo

Departamento de Física, Instituto de Física e Matemática, UFPel, CP 354, 96010-900, Pelotas, RS
(vmalves@ulpel.teche.br)

Ao longo de 24 e de 9 anos, respectivamente, a *Revista Brasileira de Ensino de Física* e o *Caderno Catarinense de Ensino de Física* têm publicado artigos que sugerem experimentos de Física para os professores de Física incorporarem a suas aulas. Muitos desses experimentos são simples e criativos não envolvendo equipamentos muito elaborados nem tampouco sucatas. São experimentos que podem ser montados com baixo custo com material encontrado no comércio.

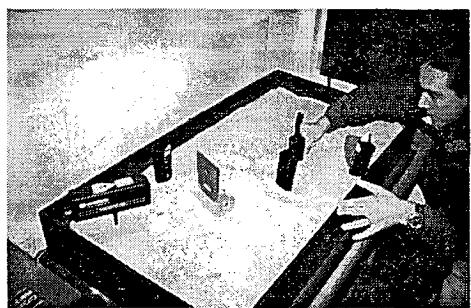
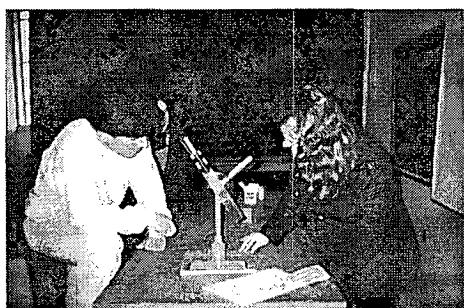
No Curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Pelotas existem as disciplinas integradoras *Laboratório I* e *Laboratório II* nas quais os licenciandos recebem a formação sobre a elaboração do trabalho experimental a nível de segundo grau. No Laboratório I são desenvolvidos experimentos sobre mecânica, fluidos e calor, enquanto que no Laboratório II são desenvolvidos experimentos sobre eletromagnetismo e óptica.

Neste trabalho apresentaremos uma abordagem desenvolvida em uma parte da disciplina *Laboratório II* que envolveu a utilização dos artigos sobre experimentação das revistas acima mencionadas. Cada dupla de alunos leu e desenvolveu a sugestão de um dos artigos selecionados desses periódicos. Posteriormente, cada dupla apresentou a proposta e o experimento sugeridos pelo artigo e montado por eles. Os alunos também relataram as dificuldades encontradas, o que tiveram de mudar da proposta original, onde encontrar o material necessário para a montagem e orientaram os colegas no desenvolvimento do experimento. A cada apresentação seguiu-se uma discussão sobre a adequação e os resultados dos experimentos propostos.

Os experimentos selecionados foram:

1. Construção de um espectrômetro óptico usando tubos de pvc;
2. Elaboração de um conjunto de experimentos sobre a polarização da luz;
3. Produção de hologramas;
4. Construção de uma versão do aparelho de Sielbermann, para o estudo da reflexão e refração da luz;
5. Montagem de uma rede de difração usando CD;
6. Elaboração de um "kit" de eletromagnetismo;
7. Reprodução da montagem de Young para estudo da difração, interferência e coerência da luz;
8. Montagem de um banco óptico e de lentes espessas usando tubos de pvc.

Dessa iniciativa surgiu a idéia de elaborar-se um livro dirigido para o segundo grau contendo cada um desses experimentos com apresentação das propostas dos artigos, orientações sobre montagem e onde encontrar o material necessário e com sugestão de roteiros. Com isso, espera-se estar contribuindo para que os professores de Física possam facilmente, e em pouco tempo, desenvolver as sugestões dos artigos em questão.



Referências:

1. FERREIRA, N.C., ALVES Fº, J.P. *Espectrômetro Óptico*. Cad. Cat. Ens. Fís., Ano I, N.2: 31-36, abril/96.
2. BUCHWEITZ, B., DIONÍSIO, P.H. *Óptica Experimental: Manual de Laboratório*. Manual de Física Experimental IV do Instituto de Física da UFRGS, 1994.

3. COLOMBO, E., JAÉN, M. *Polarização da Luz: Uma Proposta de Experiências Simples*. Cad. Cat. Ens. Fís., V.8, N.1:37-55, abril/91.
4. GALLI, C. *Produção de Hologramas com Equipamentos de Baixo Custo*. Cad. Cat. Ens. Fís., V.10, N.3:258-261, dezembro/93.
5. CATELLI, F. *Holografia*. Apostila entregue no Curso Prociências da UFPel, 1997.
6. WALENDOWSKY, J.F., ALVES Fº, J.P. *Aparelho de Silbermann*. Cad. Cat. Ens. Fís., Ano I, N.1: 30-37, dezembro/84.
7. KALINOWSKY, H.J., GARCIA, N.M.D. *Uma Alternativa Econômica para Redes de Difração no Laboratório de Ensino*. Cad. Cat. Ens. Fís., V.7, N.1: 64-72, abril/90.
8. GASPAR, A. *Conjunto Experimental para a Demonstração de Interação entre Campo Magnético e Corrente Elétrica*. Rev. Ens. Fís., V.12: 93-103, dezembro/90.
9. BRAUN, L.F.M., BRAUN, T. *A Montagem de Young no Estudo da Interferência, Difração e Coerência de Fontes Luminosas*. Cad. Cat. Ens. Fís., V.11, N. 3: 184-195, dezembro/94.
10. PIMENTEL, J.R., BINATTI, A.M. *Banco Óptico e Acessórios de Baixo Custo*. Cad. Cat. Ens. Fís., V.6, N.1: 77-83, abril/89.
11. PIMENTEL, J.R., CAMPANHA, J.R. *Lentes Espessas: Das Distâncias Focais?* Cad. Cat. Ens. Fís., V.10, N.1: 59-70, abril/93.

PAINEL 5.12 - DO ESTUDAR AO “BRINCAR” - UM OUTRO OLHAR PARA FÍSICA

Francisco Amancio Cardoso Mendes¹ e Alexandre Magno Montibeller²

¹Colégio Rousseau - São Paulo; Colégio Anglo – Osasco (e-mail: egdias@uol.com.br); ²Colégio São José - São Bernardo do Campo

Objetivos:

O objetivo do trabalho tem sido apresentar aos estudantes de Física uma nova forma de olhar para a disciplina e relacionar-se com a mesma, evitando, assim, aquela aversão e aquele “pavor” rotineiro que os toma conta, ao mesmo tempo em que lhe proporciona um aprendizado eficiente.

Descrição:

O trabalho consiste basicamente em dar subsídios e ferramentas aos estudantes para que os mesmos possam, na presença ou não do professor, se desenvolverem dentro da disciplina. Observamos até então que o rendimento dos estudantes participantes do trabalho têm apresentado um crescimento considerável no processo ensino-aprendizagem, principalmente na disciplina de Física. O método vem apresentando um retorno plausível e satisfatório, tendo em vista que notamos um aproveitamento de cerca de 80%.

O estudo apresenta-se em cinco etapas: *técnicas de relaxamento e concentração, identificação de objetivos, técnicas e estratégias de estudo, abordagem lúdica e avaliação metodológica*.

PAINEL 5.13 - EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO - PERSPECTIVAS DE PROFESSORAS DE 1^A A 4^A SÉRIE DO ENSINO FUNDAMENTAL, SEGUNDO CRENÇAS E CIRCUNSTÂNCIAS

Eugenio Maria de França Ramos - IB - UNESP - Campus de Rio Claro (eugenior@life.ibre.unesp.br)

Norberto Cardoso Ferreira - IF - USP

Hercília Tavares de Miranda - FE - USP

Apresentamos neste trabalho parte do estudo de crenças, idéias e perspectivas de professoras de 1^a a 4^a série do Ensino Fundamental, da cidade de Marília (SP), dos quais destacamos aqui alguns aspectos relacionados a uso de instrumentos experimentais voltados para o Ensino de Ciências.

Em busca da ‘reação’ das pessoas montamos uma coleta de dados que envolveu:

1. a apresentação de materiais didáticos ligados à nossa linha de trabalho habitual;
2. a escolha de um deles e sua justificativa, num curto espaço de tempo.

Chamamos esta pesquisa de ***Primeira Impressão***. Por se tratar de uma *primeira impressão*, oferecíamos poucas ou, muitas vezes, nenhuma justificativa *a priori* da pesquisa e dos componentes em jogo.

Escolhemos seis materiais – cones, ludião, looping, et, disco de cores e eletroscópio de folhas – que relacionam-se com diferentes áreas de conhecimento físico - mecânica, óptica e eletricidade. Tais materiais¹ apresentam como característica aliar a experiência à ludicidade, seja pela estética do material ou pela forma como é manuseado, conforme trabalho que desenvolvemos com elaboração de experimentos didáticos por meio da *Instrumentação para o Ensino de Física*.

A coleta de dados da *primeira impressão* consistiu, então, essencialmente, da apresentação sumária dos seis materiais selecionados, mostrando os efeitos de cada um, sem que as pessoas pudessem manuseá-los. Ao final da apresentação dos seis materiais, voltávamos a dizer o que tínhamos feito com cada um dos materiais e o nome de cada um. Em seguida distribuímos uma folha em que a pessoa - professora ou aluna - registrava seu nome, a série em que atuava, qual material havia chamado mais atenção - com a recomendação

de citar apenas um dos materiais - e a justificativa de tal escolha. As perguntas registravam de forma sucinta: (1) Qual material você mais gostou? (2) Por que?

Os nomes utilizados para designar os materiais, nas apresentações, surgiram dos próprios observadores, ao se referirem à sua escolha. Incorporamos os nomes após a apresentação na primeira escola. Não utilizamos o nome científico usual para não induzir qualquer escolha.

A análise das justificativas da *primeira impressão* permitiu-nos observar que há uma quantidade maior de elementos, nas reações das pessoas, a serem considerados. Aparecem nas justificativas da *primeira impressão* sentimentos que extrapolam o conhecimento físico que desejamos trabalhar e até mesmo o desejo de, decididamente, ocultar julgamentos. Há, enfim, elementos consistentes de **crenças, costumes e mitos**, conforme pressupostos filosóficos relacionados com as idéias de Ortega y Gasset, que não podem ser ignorados, se pretendermos entender o ponto de vista da pessoa - sua *circunstância de análise* - sobretudo as perspectivas didáticas do ensino experimental de ciências no nível elementar.

Analizando as justificativas apresentadas, um dos grupos de análise significativo, que focalizamos neste trabalho, é aquele em que os materiais são caracterizados sobretudo pelas professoras como prova de um determinado conhecimento, relacionando-o à experimentação, à demonstração e à possibilidade de despertar o interesse do aluno. As escolhas deste grupo relacionam-se aos materiais chamados pelos próprios pesquisados de *bruxinha* (eletroscópio de folha) e *mergulhador* (ludião).

Ao classificar o material como **experimento**, as justificativas ainda acrescentam: "... a experiência ... mostra ...", "... pode-se perceber por essa experiência...", "... através dessa experiência acredito que possa estudar pressão de uma forma agradável e prazerosa.". Nota-se que sendo **experimento**, o material valida, mostra, demonstra, enfim, comprova e ensina algo. Existe, segundo esta visão, uma *força intrínseca* no encontro pessoa/experimento, que torna o conhecimento ali presente **visível**. Dessa forma, o experimento põe às claras - revela - algo que ali estava escondido e isso é possível através dos sentidos imediatos da pessoa. Ao tornar visível algo velado o experimento "mostra para as crianças na prática ...", "... demonstra ...", "... apresenta um fenômeno...".

Ao **demonstrar** algo, a professora quer mais do que simplesmente mostrar, ela procura provar uma certa verdade, de uma maneira mais definitiva, categórica, sem deixar dúvidas. Há um cuidado em ser preciso e claro, como *mostrar ... os pontos positivos e negativos da eletricidade*. Dessa forma, o material - o experimento - entra como um fator decisivo de argumentação, aliás, pode-se dizer que ele é a prova final - demonstrada - do que foi explicado, ou de algo que não pode ser explicado direito.

Este conjunto de justificativas indicam - ao comparar os materiais com experimentos - que as professoras não estão fazendo apenas uma consideração ortográfica, elas estão incorporando no seu julgamento as diferentes características atribuídas a um experimento.

O **experimento** é considerado algo límpido e claro, pois a verdade é colocada ao alcance dos sentidos da própria pessoa. Se a pessoa pode presenciar, observar, acompanhar o experimento, então também pode aprender com ele.

O experimento *passa a limpo* e faz brotar o conhecimento que estava presente de maneira velada, misteriosa.

Tais considerações trazem consigo a **crença** de que os experimentos podem ser didáticos por si só, ao contrário do que nos mostra a história da prática científica, em que dificilmente um único experimento justifica, completamente, uma determinada teoria. No caso da Ciência, geralmente um conjunto de experimentos vão ajudar a formar os elos conceituais consistentes, que justificam vários elementos teóricos dos modelos.

Consideramos que, na perspectiva didática, a experimentação é uma forma de apropriação do conhecimento por parte do sujeito que não decorre apenas da observação, como aponta Chateau:

"... Para conhecer bem as plantas, não basta tê-las à mão e olhá-las; isso qualquer um pode fazer, e sem grande proveito. Não se comprehende o mundo real por contemplação direta. A experiência ensina menos do que a reflexão sobre ela. Um diagrama de uma flor ensina mais sobre ela do que sua visão direta; a visão direta só dá resultado se o aluno já sabe o que é preciso olhar, se para ele, a flor é a cópia do diagrama, do contrário, ele verá muito pouca coisa."²

Ao proporcionar esta situação de ensino, deve-se ter em conta que o conhecimento estabelecido - a Cultura e a Ciência - baseia-se em interpretações da realidade, sistematizadas e organizadas através de modelos científicos. Nesse sentido, em algum momento, o aprendiz precisa entender que esse conhecimento é passível de alterações, reinterpretações e aperfeiçoamentos. E, para que essas alterações possam ocorrer, existe a incorporação de inovações advindas justamente de novas interpretações pessoais, que partem de observações e procuram superar lacunas nos modelos que inicialmente possuíam. Neste sentido, a experimentação didática – encarada como *desafio lúdico* - é muito significativa a nível pessoal e, portanto, circunstancial.

Isso não quer dizer que é mais fácil ensinar com o experimento, mas que, a nosso ver, é muito mais significativo para o sujeito. Normalmente, o experimento didático é mais trabalhoso do que uma explanação teórica na lousa e, portanto, se considerarmos apenas a facilidade para o professor o *quadro-negro*, com certeza, seria o melhor caminho.

Desejamos ressaltar, também, que a experimentação didática não é um recurso definitivo e nem exclusivo. A nosso, ver o Ensino deve considerar a leitura, o debate, a explanação, a discussão, o trabalho em grupo, a problematização, a reflexão, a reprodução etc. Como tal, ela é um instrumento didático a mais a ser considerado pelo professor. O que a torna **significativa**, além da tomada de consciência das características físicas dos materiais que interagem, é seu potencial cognitivo perturbador, **desde que** o ensino proposto possa dar vazão a esta perspectiva.

Neste sentido, ao colocar o aprendiz frente a materiais experimentais, de um lado podemos proporcionar situações desafiadoras e, de outro - como uma consequência do primeiro -, podemos até mesmo desvelar aspectos importantes de sua Física Circunstancial que sejam obstáculos ao aprendizado.

Consideremos que a crença de que o material didático experimental é uma espécie de *portador natural de conhecimento científico*, desconsiderada que os elementos teóricos são acrescidos às observações, segundo uma perspectiva de construção do conhecimento a partir da atividade científica.

Parece-nos igualmente claro que ignorar essa crença pode levar os esforços concentrados na formação permanente de docentes, bem como na formação inicial de novos professores, a resultados inócuos quanto a introdução da atividade experimental como ferramenta didática importante.

Por outro lado, a simples oferta de materiais didáticos experimentais, sem a superação de tal crença, poderá conduzir a uma frustração constante dos esforços de professores que procuram modificar sua prática pedagógica, particularmente no Ensino da Física nos níveis Elementar e Médio.

¹Alguns modelos dos materiais utilizados serão apresentados durante a Sessão de Painéis.

²CHATEAU, J. *O jogo e a criança*. Trad. G. de Almeida, São Paulo: Summus, 1987, p. 136.

Bibliografia

1. BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Trad. E. dos S. Abreu. Rio de Janeiro : Contraponto, 1996.
2. CHATEAU, J. *O jogo e a criança*. Trad. G. de Almeida, São Paulo: Summus, 1987.
3. KAPTISA, P. Science teaching and scientific method. *The Physics Teacher*. p. 429- 434, nov. 1971.
4. ORTEGA Y GASSET, J. *Ideas y Creencias: y otros ensayos de filosofía*. Madri: Revista de Occidente : Alianza Editorial, 1995.
5. RAMOS, Eugenio Maria de França. *A circunstância e a imaginação: o ensino de ciências, a experimentação e o lúdico, estudo de crenças, idéias e perspectivas de professoras de 1º a 4º série de 1º grau*. Tese (doutorado) -- Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1997.

PAINEL 5.14 - JOGO CIENTÍFICO VERSUS CORRIDA MALUCA

Angel Fidel Vilche Peña, Marti Cardoso Ferreira e Vanessa Satie Okuyama Itame

Departamento de Física, Química e Biologia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Unesp –Campus de Presidente Prudente, SP., e-mail angel@prudente.unesp.br

1. Introdução

Desde 1994, com a inauguração do Centro de Ciências da UNESP de Presidente Prudente, trabalhamos com grupos de estudos de Física, com professores da cidade e região, com projetos para a melhoria do ensino. Em reuniões periódicas, trabalha-se refletindo sobre a prática docente e construindo-a, com o objetivo de crescimento para atingir competência.

No ano de 1997, a editora Ática, realizou um curso de divulgação destinado à professores de Física do ensino médio. Esse foi ministrado pelo prof. Milton de Souza Pereira autor de um livro contendo apenas jogos de Física, que ainda não foi publicado. Um desses jogos chamado pelo autor de *corrida maluca* foi mostrado nos minutos finais, desse encontro. Era uma atividade lúdica, sem regras definidas, que poderia ser utilizado um tabuleiro de papelão de qualquer jogo em desuso, mini carrinhos coloridos, dados, fichas interrogativas abordando questões objetivas sobre determinado conteúdo e fichas informativas contendo informações da atualidade.

Essa *corrida maluca* foi mostrada ao nosso grupo de professores, surgindo o interesse em aprimorá-la e ampliá-la para todo o ensino médio.

2. Objetivos

Nesse processo coletivo, para o ensino da Física, onde a linguagem é o elemento articulador da interação entre os membros do grupo de estudo optou-se em reconstruí-lo passo a passo, através de decisões comuns experimentadas entre os pares. Para a construção do jogo caberia a elaboração de questões, num processo de ação/reflexão/ação, seleção, correção e reelaboração para cada uma das equipes que compõe a sala de aula. Após a aplicação apresentando auto-estima, autoconfiança, competência e compromisso com o processo de ensino e aprendizagem.

3. O jogo científico

Confeccionou-se estes jogos abordando conteúdos da Física no ensino médio para serem aplicados no bimestre e utilizando-se de materiais mais adequados, por exemplo, plasticaram-se para maior durabilidade. O fator econômico também foi relevante: o papel cartão branco para as fichas, os rolos de fita transparente da 3 M de 5m x 5cm para plastificação, os mini-carrinhos coloridos para cada aluno, os dados para cada equipe, a cola e xerox das fichas previamente digitadas pelos professores participantes em tamanho padrão, tudo feito em um sistema de mutirão entre os participantes do grupo de estudo. Ao término da confecção de cada conjunto de jogos, sugestão dez equipe, destinava-se a um dos professores.

Cada jogo composto de tabuleiro com paisagismo de flora e fauna pintado sobre uma prancha de eucatex, contendo dois tamanhos padronizados de fichas: as interrogativas, contendo questões objetivas e as informativas, abordando assuntos criteriosamente selecionados de revistas científicas e jornais, dando enfoque aos conteúdos desenvolvidos. aumentando o interesse e a participação dos alunos.

Antes de ser aplicado em sala de aula, jogou-se entre os pares, cronometrando-se o tempo gasto na aplicação desse tipo de atividade, se realmente poderia ser aplicado no período destinado a uma aula e estabeleceu-se as regras do jogo.

4. Regras do jogo científico

1. determinar a ordem da seqüência dos jogadores;
2. cada jogador escolhe uma cor de carrinho;
3. o primeiro jogador joga o dado, se o carrinho parar:
 - a) numa *casa branca*, passe a vez para o próximo jogador;
 - b) na *casa 1* (significa informação), o próprio jogador lê a informação para o grupo e passa a vez para o próximo jogador;
 - c) na *casa ?* (significa interrogação), alguém do grupo lê uma questão para o jogador responder. Seguir a orientação do certo e/ou errado que estiver escrito no rodapé da ficha e após obedecer as recomendações, passar a vez para o próximo jogador;
1. se o número de casas a serem avançadas ultrapassar o número exato para a chegada, o jogador deverá retornar o número de casas excedentes;
2. após o término do jogo;
3. critério de avaliação dos participantes, cabendo à equipe decidir como será a divisão desses pontos entre os participantes, da maneira que acharem mais justa, a somatória dos pontos para o número de:
 - a) três participantes deverá ser igual a 11 pontos;
 - b) quatro participantes deverá ser igual a 15 pontos;
 - c) cinco participantes deverá ser igual a 19 pontos.

5 . Resultados

Ao aplicarem o jogo científico pela primeira vez, a perspectiva dos professores foi realmente comprovada, o panorama da aula tornou-se alegre, participativa, dinâmica, atingindo até aqueles alunos que em outro tipo de atividade apresentava falta de interesse e habilidade. Ao retornarem ao grupo estavam motivados a continuar a confecção dos jogos para outros bimestres.

Alguns depoimento dos alunos, após a aplicação do jogo científico:

- *aprendemos, tiramos nossa dúvida, de uma maneira gostosa;*
- *você aprende brincando e se diverte muito;*
- *aprendemos mais sobre a matéria e melhoramos o desempenho;*
- *aprendemos a raciocinar mais rápido;*
- *aprendemos física de uma forma mais agradável e divertida;*
- *facilita muito o nosso aprendizado, poderia ter mais vezes;*
- *aprendemos melhor brincando;*
- *cada dia que passa estamos aprendendo mais;*
- *aprendemos coisas que não sabíamos e também nos divertimos;*
- *colocar em prática a teoria aprendida em sala de aula;*
- *as perguntas eram claras, ficou mais fácil para aprender a matéria;*
- *trouxe um entendimento melhor;*
- *facilita a matéria, exercendo esse tipo de atividade;*
- *conseguimos aprender brincando, de um jeito criativo;*
- *tivemos uma aula lucrativa, interessante e importante;*
- *aula divertida, aprendemos mais com as perguntas e as informações;*
- *aula diferente, que descontai a sala e nos ajuda a aprender;*
- *as informações nos enriquecem;*
- *entendemos melhor e relembramos as explicações da professora.*

5. Conclusões

Este jogo auxilia o aprendizado, muda o estilo da aula tradicional e mostra a eficiência diante de um mundo que cobra do ser humano cada vez mais o desenvolvimento da inteligência para atingir a competência necessária para o sucesso na vida.

Mesmo alunos com baixo rendimento em outras atividades diárias, obtiveram bom desempenho no jogo científico.

Em contato telefônico com o autor da proposta do jogo *Corrida Maluca*, soubemos que este ainda não foi publicado, mas desde já, nosso *Jogo Científico* está na frente, devido fundamentalmente às alterações introduzidas mostradas neste trabalho.

PAINEL 6.1 – ANÁLISE DAS OLIMPÍADAS CEARENSES DE FÍSICA

Cleuton Freire e Maria José Sales Auto Moreira
Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará
Fortaleza – Ceará

As Olimpíadas Cearense de Física são organizadas no Ceará pelo Núcleo de Ensino de Ciência e Matemática (NECIM), e fazem parte das Olimpíadas Cearense de Ciências, realizadas anualmente com participação de alunos do Segundo Grau de escolas públicas e privadas do Estado. No ano de 1998 foi realizada a sexta Olimpíada de Física.

Neste trabalho apresentaremos um levantamento detalhado das Olimpíadas Cearense de Física, desde seu início em 1993. Desse levantamento constarão:

- 1) Texto completo das provas teóricas aplicadas nas seis realizações.
- 2) Estatística da participação separando o número de candidatos oriundos das escolas públicas e particulares em cada ano.
- 3) Estatística da participação distinguindo os candidatos do interior e da capital.
- 4) Análise conceitual das provas aplicadas e da evolução do nível geral ao longo dos seis anos de aplicação do evento.
- 5) Avaliação do impacto das Olimpíadas sobre os colégios públicos e particulares, tanto do interior quanto da capital.
- 6) Recomendações para novos organizadores de Olimpíadas de Física.
- 7) Estudo da possibilidade de inclusão de provas práticas.
- 8) Sugestão de aproveitamento dos melhores classificados para concorrer às Olimpíadas Brasileiras de Física e, eventualmente, às Olimpíadas Internacionais.

A repercussão das Olimpíadas de Física no Ceará tem sido bastante positiva, despertando o interesse por parte dos administradores das escolas públicas e, principalmente, das particulares. Esse interesse já motivou, inclusive, a criação de cursos especiais nos colégios para preparação dos melhores estudantes. Nesta análise, faremos recomendações de como aproveitar esse interesse para incrementar o nível do ensino de Física do Segundo Grau no Estado.

PAINEL 6.2 - IMPLANTAÇÃO DO PROCESSO DE MELHORIA DA QUALIDADE NO CENTRO DE CIÊNCIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Estefânia Maria Langsdorff Sanches¹ e Márcia Rebelo Maia²

¹Física, consultora técnica em Metrologia no INMETRO

²Psicóloga, gerente da Qualidade no CECIERJ, bolsista da FAPERJ.

INTRODUÇÃO

O Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro é uma organização governamental brasileira pertencente a Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Possui duas sedes: uma localizada na cidade do Rio de Janeiro e em Nova Friburgo, uma cidade serrana situada cerca de 150 km da cidade do Rio de Janeiro. Foi criado em 1965 desde então a sua proposta se mantém a mesma: aperfeiçoamento constante de professores e divulgação científica para o grande público. Para a realização destas ações a organização conta com aproximadamente 100 (cem) funcionários, sendo 35 (trinta e cinco) da área administrativa, e, os demais professores.

A implantação de um processo da qualidade no CECIERJ vem de encontro à tendência atual de exigência da qualidade em serviços, tanto quanto da qualidade de bens manufaturados.

Neste contexto, uma organização prestadora de serviços, como o CECIERJ - tendo atuações na área da formação permanente de professores e da divulgação científica - deve se estruturar de modo a possibilitar o desenvolvimento de procedimentos de execução de tarefas, e, dos meios necessários para implementação de melhorias para as atividades que afetam a qualidade de seus serviços.

Todas as atividades devem ser encaradas como parte de um processo, com possibilidades contínuas de melhorias. A documentação dos procedimentos é o caminho para se registrar o conhecimento da organização, uniformizar a atuação em atividades rotineiras e formar uma base para análise do desempenho e das possibilidades de aperfeiçoamento.

A proposta para implantação da qualidade no CECIERJ não visa alcançar a certificação em relação a uma norma da qualidade (ISO's 9000), ou a obtenção da qualidade total, e, sim uma organização interna para se ter resultados satisfatórios para os clientes, que são os professores que buscam, através dos cursos e atividades, a atualização de seus conhecimentos, e, o público de uma forma geral, que nas atividades de divulgação científica, consegue unir a técnica e a ciência com o seu "dia a dia".

Evolução do Processo

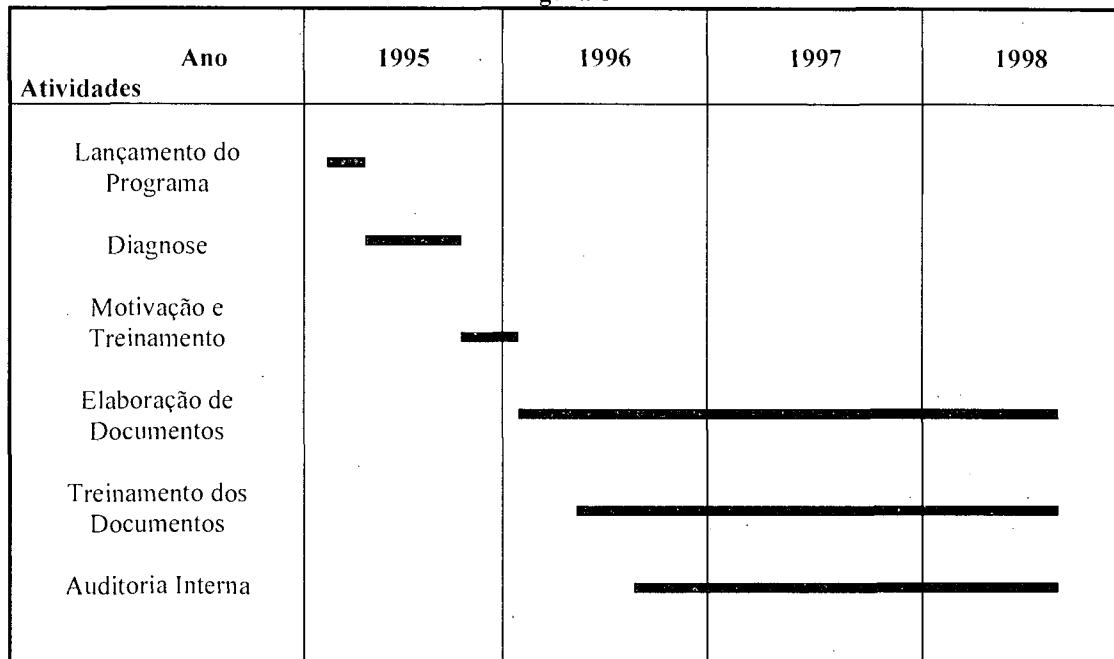
O Início:

A proposta de implantação da qualidade partiu da nova direção que estava assumindo o CECIERJ, em 1995, e que tinha como objetivo a restruturação da instituição e, consequentemente, a melhoria e o incremento dos serviços oferecidos e maior interação entre as pessoas.

Em maio de 1995, foi iniciado o Programa da Qualidade, quando se designou uma Coordenação para as funções de concepção, desenvolvimento e execução de ações integradas, que fossem capazes de obter o envolvimento de todo pessoal. Esta Coordenação deveria ainda viabilizar a geração da documentação necessária para implementação da Qualidade, apoiada na Política da Qualidade, definida pela Presidência do CECIERJ.

A figura 1 representa esquematicamente o planejamento geral, visando a implantação da Qualidade:

Figura 1



Diagnóstico:

Essa foi uma fase importante para o processo da Qualidade no CECIERJ. Os objetivos eram:

- conhecer a “cultura” da organização;
- definir as prioridades dentro da organização;
- estruturar o Sistema da Qualidade adequado à organização.

A estratégia utilizada para se atingir estes objetivos foi a realização de entrevistas com os funcionários do CECIERJ. Foram entrevistados 22 (vinte e dois) funcionários, desde gerentes até auxiliares administrativos. O resultado destas entrevistas revelaram que: as metas da direção não estavam claras, não havia entrosamento entre os funcionários (muitos nem se conheciam), nem todos conheciam os serviços prestados pelo CECIERJ (a missão da organização), e, não havia noção de hierarquia (quando existia um problema ninguém se sentia compromissado em resolvê-lo).

Planejamento:

Face a este diagnóstico começou-se a planejar as metas a serem atingidas e quais as ações que deveriam ser feitas. O primeiro passo era definir, com a alta direção, qual seria a Política da Qualidade do CECIERJ. O segundo passo era promover a interação entre as pessoas e com as metas da instituição. E o terceiro passo apresentar a qualidade para toda a Instituição.

Ações:

Foram feitas várias reuniões com a direção até se estabelecer a Política da Qualidade do CECIERJ, que foi definida como:

Ciência ao alcance do professor e da população, servindo de instrumento para transformação do indivíduo e da sociedade.

Estabelecida a Política da Qualidade, começou-se a organizar um *Seminário de Integração*, na sede de Nova Friburgo, onde todos os funcionários foram convidados a participar. Como já havia um grande envolvimento maioria das pessoas participou do seminário, que contou com o apoio de duas especialistas em

dinâmica de grupo. Nele foram trabalhados a interação do grupo, o conhecimento das metas e a sensibilização para o Programa da Qualidade, com a divulgação da Política da Qualidade.

O sucesso deste Seminário possibilitou o início das ações da Qualidade. A Diretoria Administrativa foi a área escolhida para se começar a implantação, não por ser a mais desorganizada, mas por ser a área comum a todos os funcionários. Era preciso criar uma cultura para a qualidade.

A estratégia usada para a formação de uma cultura para Qualidade foi a realização de um ciclo de palestras para todos os funcionários, onde se iniciava com o seguinte questionamento “Por que falar em Qualidade agora?”, e, então eram discutidos o que estava acontecendo no mundo, no País, nas organizações, enfim o que as pessoas, de uma forma geral, falam sobre Qualidade. Após esta abordagem, explicava-se o que é, tecnicamente, Qualidade.

Começou-se, então, a elaborar a documentação da Qualidade. Procedimentos e instruções de trabalho foram criados, com o objetivo de padronizar a execução das atividades, ou seja, buscava-se, apesar da diversidade das funções, a descentralização e o conhecimento de todos de todas as atividades da instituição.

O plano relativo a 1996 até o 1º semestre de 1997 incluiu atividades referentes à elaboração de documentos burocráticos (correspondências internas e externas à Instituição), bem como de atividades ligadas à área administrativa (compras, serviço de Portaria, arquivo, etc.).

Vários treinamento foram feitos para apresentação dos novos documentos a todos os funcionários, visando o conhecimento dos padrões, evitando problemas de múltiplas interpretações.

A partir do 1º semestre de 1997 a Qualidade iniciou suas atividades na Diretoria Científica, sem parar o processo na Diretoria Administrativa, que neste momento, já se apresentava de forma consolidado e comprometido por todo pessoal desta área.

O processo de gestão na Diretoria Científica iniciou com a divisão do corpo docente em equipes, que eram formadas de acordo com projetos, eventos e/ou outras necessidades do CECIERJ. Nas equipes todos têm responsabilidades e deveres para o desenvolvimento das atividades, ou seja, a responsabilidade está descentralizada. A operacionalização das equipes, isto é, formação, metodologia de trabalho, coordenação, etc. está descrita em documento próprio, de conhecimento de todos

Os laboratórios estão sendo organizados obedecendo os critérios da Qualidade exigidos no ISO / IEC Guide 25, e, foi indicado um professor para coordenar as atividades da Qualidade nos laboratórios.

Foram elaborados procedimentos referentes à atividades laboratoriais, tais como: procedimento de acesso aos laboratórios, procedimento de empréstimo de instrumentos dos diversos laboratórios, além de se registrar todos os equipamentos existentes nos diversos laboratórios, segundo os dados constantes no ISO / IEC Guide 25.

Após os treinamentos dos procedimentos elaborados (tanto da área administrativa como da área científica), eles eram implementados, e, auditados de três em três meses, visando evidenciar a sua utilização e viabilidade para atividade.

Responsabilidades:

Ficou estabelecido que os responsáveis pela elaboração dos procedimentos e instruções de trabalho referentes às atividades de rotina seriam os próprios executantes. A Coordenação da Qualidade ficou responsável pelo acompanhamento da elaboração dos documentos, bem como da análise, formatação e adequação dos mesmos à estrutura aprovada da documentação da Qualidade do CECIERJ.

Todos os documentos elaborados passaram por um processo de análise e obtenção de consenso pelos envolvidos na sua aplicação, antes da aprovação final.

Principais dificuldades:

As maiores dificuldades encontradas foram vencer a resistência natural à mudança. As pessoas quando se vêem diante de novas propostas se sentem inseguras e, por isso, tendem a rejeitá-la. Outra grande dificuldade é a falta de resultados estatísticos práticos que sirvam para demonstrar a eficiência da qualidade.

Deve-se ressaltar, também, como pontos de dificuldades o engajamento das gerências intermediárias, e, a comunicação adequada em todos os níveis da organização..

A necessidade de atuação dos gerentes na implantação dos procedimentos é fundamental, pois influí diretamente nos resultados finais de obtenção da qualidade na organização.

Numa organização prestadora de serviços, deve-se cuidar que a comunicação flua de maneira uniforme, evitando-se que os clientes fiquem sem ou com mais de uma resposta para uma mesma questão. Para que não ocorra isto, faz-se necessário o conhecimento, por parte de todos, dos procedimentos e instruções de trabalho, tendo aí um foco de dificuldade (as pessoas não se interessam por atividades, que não estão dentro da sua rotina de trabalho).

Situação Atual:

Com parte do Sistema da Qualidade já desenvolvido, pode-se enumerar resultados positivos, como por exemplo: a unificação de linguagem relativa à qualidade; o envolvimento crescente do pessoal para execução das atividades previstas nos procedimentos e o aumento da satisfação dos clientes com os cursos oferecidos.

Entre os documentos já elaborados podem ser citados: o Manual da Qualidade e procedimentos das áreas administrativa e científica. Esses documentos vêm sendo implementados gradativamente em resposta às necessidades da organização, sendo que alguns já se encontram em plena utilização, tais como: procedimento para elaboração e emissão de documentos administrativos, pedidos de material, empréstimo de equipamentos, acesso e uso dos laboratórios e etc.

Perspectivas:

A continuidade do processo da qualidade no CECIERJ visa, de forma resumida, alcançar as seguintes metas:

No plano externo:

- Melhor identificação das necessidades dos clientes;
- Racionalizar aquisição de materiais;
- Agilidade e qualidade na implantação dos projetos e eventos para capacitação de professores e/ou divulgação científica;
- Otimizar contatos no Estado para contratação de serviços.

No plano interno:

- Melhorar comunicação, evitar duplicidade de funções e aumentar produtividade;
- Registrar / divulgar as metodologias de ensino desenvolvidas;
- Implantar sistemas de auditorias internas.

Para os clientes internos ou externos, o que se espera é uma elevação do seu nível de satisfação. O conhecimento desse nível é essencial para a realimentação do sistema.

Referência Bibliográfica:

- [1] ABNT ISO/IEC Guide 25: 1990, Requisitos gerais para capacitação de laboratórios de calibração e de ensaios.
- [2] ABNT ISO 9004-1: 1994, Gestão da qualidade e elementos do sistema da qualidade - Parte 1: Diretrizes.
- [3] ABNT ISO 9004-2: 1993, Gestão da qualidade e elementos do sistema da qualidade - Parte 2: Diretrizes para serviços.
- [4] JURAN, J.M., *Juran's Quality Control - Handbook*. 1991.

PAINEL 6.3 - MURAL CIÊNCIA

GARCIA, Nilson Marcos Dias¹ e COSTA, Rita Zanlorensi Visneck²

¹*CEFET/PR-PPGTE/DAFIS - Avenida 7 de setembro, 3165, CEP 80230-901, Curitiba/PR.
email ngarcia@ppgte.cefetpr.br*

²*CEFET/PR-DAFIS - Avenida 7 de setembro, 3165, CEP 80230-901, Curitiba/PR*

O “Mural Ciência” é uma atividade do GEPEF (Grupo de Estudo e Pesquisa em Ensino de Física) do Departamento Acadêmico de Física do CEFET-PR (Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná) que visa suprir a já constatada dificuldade de leitura de jornais e periódicos por parte de nossos alunos e divulgar as notícias de caráter científico publicadas em jornais e revistas de circulação nacionais (Moran, 1991).

Originado de maneira informal há cerca de quatro anos, com menos da metade da área que possui hoje, localizava-se num corredor que dá acesso aos laboratórios didáticos de Física e continha apenas assuntos de Física coletados do jornal “Folha de São Paulo” (pois o departamento tinha uma assinatura daquele jornal). Entretanto, dada a pouca incidência de notícias ligadas diretamente a essa disciplina, com o passar do tempo, além do aumento de área dos murais e diversificação dos locais de afixação dos mesmos, houve uma ampliação do leque de áreas de conhecimento das quais se procurou dar divulgação.

Atualmente, com objetivos mais claros, o Mural Ciência abrange uma área de aproximadamente 8 m² dividida em dois murais, sendo um deles situado num local de grande circulação de pessoas no pátio externo e outro no corredor que dá acesso aos laboratórios didáticos de Física. O mural, renovado quinzenalmente, engloba matérias selecionadas dos jornais “O Estado de São Paulo” e “Folha de São Paulo”, assim como de artigos da página sobre ciência do jornal “Gazeta do Povo” de Curitiba e que contenham ilustrações, gráficos, fotos e textos expressivos. Revistas de divulgação científica, como por exemplo “Super Interessante” ou “Globo Ciência” também fornecem matérias para os murais. Além desses, posters e cartazes científicos também são expostos.

Considerando a natureza do CEFET-PR, uma escola pública federal que atende alunos de segundo e terceiro graus, além dos temas de natureza científica e técnica, tais como física, astronomia, espaço, arqueologia e tecnologia, também são selecionadas notícias sobre meio ambiente, informática, antropologia e animais. Além desses, sendo uma escola de formação profissional, assuntos sobre educação, estágios e mercado de trabalho também são pertinentes. Também julgamos que assuntos a respeito de saúde,

principalmente os que contêm depoimentos e esclarecimentos sobre drogas e AIDS, seriam de interesse dos estudantes, pais e educadores, porque se referem a questões e problemas atuais que a sociedade enfrenta.

Pretendemos, com esse trabalho, contribuir para, conforme diz Saviani, “resgatar a importância da escola e reorganizar o trabalho educativo” (1991, p. 101) propiciando que notícias de caráter científico, tecnológico e cultural sejam veiculadas de uma maneira mais acessível. Como os locais dos murais são de fácil acesso, muitas pessoas podem ler as notícias nos momentos de intervalo ou de espera das aulas. Dessa forma, entendemos conseguir propiciar, não apenas aos estudantes mas também aos professores, funcionários e visitantes da escola, a apreciação de coletâneas de informações atualizadas de interesse da comunidade ou que despertem a curiosidade particular estimulando a aquisição de novos conhecimentos.

Dada a disposição das notícias, em geral agrupadas por semelhança, complementaridade ou discordância, o mural tem-se revelado como um recurso eficaz para evidenciar fatos ou fenômenos de maneira enfática, sugestiva e ampla, e tem servido para estimular diversas percepções sobre o mesmo tema. Ainda devido à disposição das notícias, os leitores podem estacionar diretamente em frente aos seus noticiários de simpatia ou proveito. O que certamente otimiza o seu tempo em busca de informações em jornais e revistas. Analisamos então que, além do edital prestar-se a fornecer informações, ele também funciona como centro cultural de interesses.

Essa atividade tem sido bastante gratificante para o nosso grupo uma vez que temos recebido um bom retorno por parte, principalmente, dos alunos e professores de Física que costumam ler com assiduidade o mural. Alguns até nos pedem cópias dos artigos ou trazem outros que julgam importantes para serem colocados à mostra, o que indica que as pessoas valorizam o “Mural Ciência”.

Como primeiros resultados, pudemos verificar que o mural vem atingindo alguns dos seus objetivos quais sejam: propiciar subsídios para pesquisa, informação, impacto, complementação, fixação e integração de conteúdos tratados em sala de aula (Nérici, 1993). Para nós, os indicativos de tal afirmação estão no fato de algumas pessoas nos solicitarem artigos para serem fotocopiados por terem interesses profissionais, ou pessoais, nos temas editados (caso de alguns professores e estudantes) ou porque precisam realizar palestras ou outras tarefas escolares sobre eles (caso de alguns alunos). Também testemunhamos, algumas vezes, alunos debatendo diante do mural os assuntos fixados e articulando-os com os conhecimentos que estão adquirindo nas disciplinas estudadas, o que comprova o desenvolvimento do senso crítico que é fundamento da pedagogia histórico-crítica (Saviani, 1991). Ainda, os alunos estão tendo uma chance a mais de verificar a ligação do conhecimento construído em sala de aula com a realidade do mundo contemporâneo que é noticiada pelos meios de comunicação social.

A avaliação dessa experiência, por enquanto, está sendo feita através do depoimento informal de alguns leitores e da verificação dos temas de maior interesse que, aparentemente, são os pertinentes à astronomia, arqueologia, informática e tecnologia. Quanto ao local, observamos que, embora as maiores e mais belas gravuras e os assuntos mais gerais sejam colocados no mural do pátio, a maior freqüência de leitores se dá no mural situado no corredor dos laboratórios, talvez pelo fato deste ambiente ser mais tranquilo e um local de espera dos alunos pelas suas aulas.

É pretensão do grupo realizar uma avaliação mais sistemática e criteriosa desse trabalho, no sentido de propiciar elementos para que a experiência possa ser ampliada para outras escolas e unidades do CEFET-PR, buscando outras formas de utilizar o grande potencial de informação representado pelos jornais e revistas de divulgação científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BORDENAVE , Juan Diaz e PEREIRA, Adair Martins. **Estratégias de Ensino Aprendizagem**. 10 ed. Petrópolis, RJ, Vozes, 1988.
2. MORAN, José Manuel. **Como ver a televisão - leitura crítica dos meios de comunicação**. São Paulo, Paulinas, 1991.
3. NÉRICI, Imídio G.. **Didática: uma introdução**. 2 ed., São Paulo, Atlas S.A., 1993.
4. PAULOS, John Allen. **As Notícias e a Matemática - ou de como um matemático lê o jornal**. Portugal: Publicações Europa-América, 1995.
5. SALEM, Sonia e KAWAMURA, Maria Regina D. **O Texto de Divulgação e o Texto Didático: conhecimentos diferentes?** SBF, Resumos V EPEF. Águas de Lindóia, SP, 1996.
6. SAVIANI, Dermeval. **Pedagogia Histórico-crítica: primeiras aproximações**. 2 ed. São Paulo, Cortez, Autores Associados, 1991.

PAINEL 6.4 – ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA E A REVISTA CIÊNCIA HOJE

Marco Antônio Simas Alvetti¹ e Demétrio Delizoicov²

¹Fundação Educacional do Distrito Federal

e-mail:alvetti7@hotmail.com

²Programa de Pós-Graduação em Educação da UFSC

Doutorado em Ensino de Ciências Naturais

e-mail:demetrio@ced.ufsc.br

A discussão e as iniciativas educativas que têm por objeto a introdução da física moderna e contemporânea (FMC) no ensino médio cada vez mais estão presentes em congressos e nas publicações da área. Diferente de propostas que enfatizam a dimensão metodológica, estas propõem também uma renovação dos conteúdos programáticos existentes nos programas tradicionais da física escolar. Enfatiza-se a necessidade de abordar a física do século XX em sala de aula, para além daquela produzida nos séculos anteriores, de modo a dar um tratamento sistemático no âmbito da educação escolar de conhecimentos com os quais os alunos convivem, quer devido à constância com que são citados na mídia, quer pela sua presença nas novas tecnologias, que cada vez mais estão presentes na vida dos cidadãos.

Reconhece-se, no entanto, que é relativamente reduzida a quantidade de livros didáticos que propiciam uma abordagem da física moderna e contemporânea na escola média, de modo a subsidiar a atividade dos docentes de física. Agrava-se a situação se considerarmos que há um certo descompasso, quando não a ausência, no tratamento destes conhecimentos nos cursos de formação de professores, tanto a inicial quanto a continuada, sobretudo no que diz respeito à física contemporânea.

Contrariamente à situação dos livros, contamos hoje com uma quantidade significativa de materiais produzidos para a divulgação científica que veiculam conhecimentos científicos contemporâneos, nas várias áreas do saber. Dentre estes materiais podemos ressaltar a revista *Ciência Hoje*, publicada pela SBPC desde 1982, que se diferencia de outras publicações nacionais, devido a qualidade da informação veiculada a confiabilidade da autoria de seus artigos e o perfil editorial.

Na perspectiva de avaliar as possibilidades pedagógicas desta revista, para a sua utilização na formação inicial e continuada de professores de física, como forma de subsidiar a introdução da física moderna e contemporânea no ensino médio, uma pesquisa vem sendo desenvolvida. Neste trabalho resultados preliminares relativos a um levantamento sistemático dos artigos da revista *Ciência Hoje* bem como a potencialidade de seu uso na educação escolar são apresentados.

Têm sido consideradas três vertentes representativas de abordagens metodológicas para a introdução da FMC no ensino médio, assim caracterizadas: 1 - explorando os limites dos modelos clássicos; 2 - evitando utilizar referências aos modelos clássicos e 3 - escolhendo tópicos essenciais. É esta última que está direcionando a nossa perspectiva de inserção de FMC. No entanto, é necessário que se construa e compreenda a física num quadro conceitual que ressalte a sua totalidade estruturada, evitando uma fragmentação desconexa no trabalho com os tópicos.

Uma proposta para o ensino de FMC na escola média com tais características está em sintonia e pode ser trabalhada no contexto de uma *Abordagem temática* para o ensino de física. Nesta abordagem a estruturação curricular é elaborada a partir de *temas*, com os quais os conhecimentos paradigmáticos da física, sobretudo os contemporâneos, relacionados com suas aplicações tecnológicas, bem como as suas implicações sócio-econômicas.

Além disso ao considerar os artigos da revista CH como material com potencial para auxiliar, de algum modo, o ensino de Ciência Naturais, física moderna particularmente, uma necessária adaptação se faz necessária.

Como sistematizar o uso dos artigos da revista CH no contexto escolar?

Como dar um tratamento mais didático a este material?

Vários grupos de pesquisa tem se debruçado sobre as possibilidades didáticas dos materiais de divulgação científica, em particular, o Grupo de Estudo e Pesquisa em Ensino de Ciências Naturais de Santa Catarina(GEPECISC), dentre outras atividades, elaborou um Banco de Dados da revista *Ciência Hoje das Crianças*(CHC), atualmente com mais de 500 artigos, de modo a subsidiar as atividades de formação de professores e o uso didático dos artigos. A escolha do GEPECISC em trabalhar, inicialmente, com esta publicação justifica-se pelo seu caráter multidisciplinar e público, com assuntos relativos às ciências humanas, exatas, biológicas, cultura geral e popular, onde suas matérias são escritas por autores reconhecidos pela comunidade acadêmica, interessados em divulgar ciência.

A revista "mãe", *Ciência Hoje*(CH), não foge as características apontadas para a CHC, as quais definiram a escolha para esta pesquisa. Segundo um levantamento inicial no Banco de Dados *Fishbit*, contendo artigos de divulgação científica sobre assuntos da física, encontramos 144 artigos de um total de 291 registros, somente da revista CH, que se relacionam com a FMC.

Os 144 artigos foram localizados a partir das palavras-chaves relacionadas a FMC, tais como: Caos e Fractal, Física Quântica, Cristal Líquido, utilizando cerca de quatro dezenas de palavras-chaves. Foi realizada uma caracterização destes artigos levando em conta os aspectos da **conceituação e da linguagem** envolvidas no discurso do texto, tendo em vista as suas implicações para o uso pedagógico. Foram examinados, até o momento, 76 artigos, cronologicamente distribuídos desde a criação da revista em 1982 até dezembro de 1996; onde pudemos dividí-los em três grupos: Artigos com uma linguagem técnica elaborada(1), artigos com linguagem técnica acessível mas com uma linguagem matemática superior (20) e artigos com linguagem técnica e matemática elementar (55).

Um outro olhar para este conjunto de artigos, distinto daquele relacionado aquelas palavras-chaves, permite classificá-los, por exemplo, considerando os conceitos e leis da física empregados em cada artigo para a compreensão/expliação do(s) fenômeno(s) nele analisado(s), fornecendo um enquadramento capaz de

caracterizá-lo segundo critérios mais próximos do currículo da física escolar. A análise destes 76 artigos permitiu classificá-los preponderantemente como pertinentes às seguintes áreas da física: eletromagnetismo, mecânica, física quântica, óptica, entre outros.

Mesmo com resultados parciais a pesquisa em andamento acena fortemente para um possível uso dos artigos da revista *Ciência Hoje* para inserir o ensino de FMC nos cursos de formação de professores. Ainda que se considere que um trabalho didático-pedagógico com FMC na educação escolar não precisa ser estruturado a partir de uma Abordagem Temática, articulada ao uso de material de divulgação científica, particularmente a revista CH, esta parece ser uma boa alternativa se tivermos como metas implantar disciplina(s) específica(s) para abordar FMC nos cursos de formação de professores, bem como sua introdução no ensino médio.

PAINEL 6.5 - A CONSTRUÇÃO DO DISCURSO PEDAGÓGICO, ANALISADA A PARTIR DA REVISTA DE ENSINO DE FÍSICA

Killner, G.J.(gisaack@usp.br) FEUSP e Naccarato, J., FEUSP

Na Revista de Ensino de Física (REF) nota-se toda uma preocupação com a realização de um ensino que parta da vivência do aluno e que através de experiências (atividades), amplie o seu conhecimento até que este tenha condições de compreender conceitos teóricos e abstratos. “O motor da aprendizagem...deveria ser tomado em seu sentido literal como um estar entre, colocando o conhecimento não atrás do processo educativo, mas em seu centro, situando o objeto a ser aprendido entre os que ensinam e os que aprendem.”(Bohoslavsky) Esta noção de aprendizagem vai de encontro à noção de aprendizagem preconizada por Zigler que afirma: “A aprendizagem é, portanto, um processo contínuo.” Além disso poderíamos destacar que a noção de ensino veiculada pela REF pressupõe a participação ativa do aluno no processo de ensino-aprendizagem, noção esta extremamente influenciada pelas idéias de Piaget e pela Pedagogia Dialógica proposta por Paulo Freire onde “Não há outro caminho senão a prática de uma pedagogia humanizadora que estabelece uma relação dialógica permanente.”

Na REF, contesta-se o slogan predominante na comunidade de que somente os mais “aptos” poderiam tornar-se pesquisadores, enquanto que aos “menos aptos” caberia o exercício da docência, implícita na Reforma Universitária (ocorrida em 1968) com a criação do Ciclo Básico, norteada pelos objetivos de recuperar as deficiências evidenciadas pelo concurso vestibular na formação dos estudantes e de orientar os estudantes na escolha da carreira e que encontra eco nas colocações de Durando e de Petitat: “A palavra aptidão é ainda um dos suportes da interpretação simbólica total que a sociedade se dá de sua ordenação e de seus próprios conflitos. Efeito de certos fenômenos sociais concretos, a ideologia segundo a qual as desigualdades sociais são apreendidas como consequência das diferenças naturais entre os grupos humanos é também um mediador na gênese das condutas coletivas que orientam as transformações do sistema escolar e do sistema social.” “...a violência simbólica parece duplamente importante: no reforço do poder estabelecido e na seleção das elites. Ambos os fenômenos unem-se no mesmo princípio explicativo de base, a seleção da cultura arbitrária imposta como legítima.”

Numa visão holística da história da revista, podemos perceber algumas claras mudanças no discurso pedagógico veiculado pela comunidade acadêmica (note-se que pouquíssimos artigos foram publicados por professores de ensino elementar ou médio (ou com a colaboração destes), apenas por pesquisadores universitários, muitos sem antecedentes em ensino primário e/ou secundário, para o qual supostamente pesquisam).

Um fato relevante que se observa ao longo do tempo é uma mudança no enfoque dos materiais e métodos de ensino propostos. No começo da Revista, as propostas experimentais envolviam materiais de baixo custo e fácil acesso, sendo voltadas para experimentos mais qualitativos do que quantitativos. Tais propostas foram sendo substituídas por experimentos quantitativos, por análise de resultados, e por materiais mais onerosos, e de difícil obtenção. Também pode-se notar o avanço na utilização de computadores como ferramentas pedagógicas. No início, eles não apareciam, mas aos poucos foram sendo incorporados à prática, gerando discursos de legitimação de seu uso. Também a maneira como se deve utilizar tal ferramenta se modifica na prática, interagindo com novos discursos legitimadores. Se no início eles simulavam funções e faziam cálculos para ajustes de gráficos, no final eles passam a realizar as medidas, além dos cálculos e geração de gráficos, tabelas e mesmo os relatórios dos experimentos “didáticos”.

Paralelamente a estas modificações, nota-se uma mudança no público alvo da revista. No início, o conteúdo dos artigos, a grande quantidade de artigos de divulgação, de materiais e métodos simples, de resenhas etc. evidenciam uma tentativa de atingir principalmente o professor primário, depois o secundário, e por último os universitários e os pesquisadores. Com o tempo, nota-se que a revista vai mudando de enfoque, deixando o ensino elementar à margem de seus artigos, passando o foco para o professor de 2º grau. Finalmente, também este é abandonado, passando a revista a publicar artigos voltados aos pesquisadores e professores universitários.

Pode-se inferir, dai, que haveria uma certa “elitização” da revista, que troca os experimentos primários de baixo custo pelos experimentos universitários computadorizados, os professores do ciclo elementar (da

ordem de milhões) pelos universitários (quiçá da ordem do milhar), e passa a publicar artigos em outros idiomas além do português, privilegiando aqueles que tem acesso a mais de uma língua escrita.

Não vamos aqui ser parciais e ocultar a possibilidade de que, de fato, mesmo nos seus primórdios, a maioria das pessoas que tinham acesso à revista eram apenas os físicos, os pesquisadores (portanto, professores universitários) e os alunos dos cursos de física. Entretanto, cabe ressaltar que esses alunos tornavam-se professores, e que as revistas forneciam amplo material para os cursos de formação continuada de professores.

Nota-se, também, que as pesquisas em ensino, que no início eram dirigidas pelo paradigma do construtivismo piagetiano, vão aos poucos se deslocando para o paradigma das concepções espontâneas e da mudança conceitual, e o nome de Posner passa a ser importante nas bibliografias apresentadas. É interessante notar, também, a ausência de nomes como Vygotsky, Ericson, Lacan e outros pensadores da Pedagogia em moda nesta última década.

A noção que se tem a partir das Revistas é que o desenvolvimento da Ciência Educacional se daria segundo um modelo Popperiano, já que não aparecem artigos que contestam a "teoria da moda" (dogma), e não há ruptura entre o novo e o antigo dogma.

Já nos artigos de história da ciência apresentados na Revista, a visão é bem distinta, pois muitos deles falam das rupturas evidentes entre as novas e as antigas teorias, da ciência como uma construção social, vinculada às necessidades do seu tempo

Podemos concluir, inferindo que o discurso pedagógico veiculado pela REF está à margem da prática pedagógica exercida, mesmo porque se trata de uma revista de divulgação acadêmica, não tendo caráter prescritivo em suas colocações, mas sim um intuito de divulgar pesquisas e saberes que a comunidade acadêmica julgam importantes para um melhor desempenho das funções docentes em todos os níveis de ensino.

PAINEL 6.6 - PÁGINA DE ENSINO E DIVULGAÇÃO DA FÍSICA NA WWW

José Evangelista de Carvalho Moreira e Cleiton Freire
Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará
Fortaleza – Ceará

Até fins de 1997, a página do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará na WWW (<http://www.fisica.ufc.br>) continha apenas informações gerais sobre os cursos oferecidos e sobre os docentes e alunos de Pós-Graduação do Departamento. Resolvemos aproveitar esse espaço para implementar um veículo interativo de ensino e divulgação da Física em todos os graus, principalmente no Segundo Grau. Para isso, criamos uma série de blocos (seções) de natureza educativa e interativa com a intenção de atingir, principalmente, os alunos e professores de Física. O objetivo principal da nova página seria, a partir de então, estabelecer um canal interativo entre os professores do Departamento, todos pesquisadores graduados, com alunos e professores de Física do Segundo Grau. Dessa forma, o conhecimento especializado dos profissionais do Departamento seria posto ao alcance dos alunos e professores em todo o país. A implementação da nova página teve início em Março de 1998. Foram criadas várias seções listadas a seguir:

Sugestões para Feiras de Ciências: O número dessas sugestões vem sendo continuamente ampliado e é uma das seções mais consultadas da página. Nela apresentamos uma descrição detalhada da experiência, com figuras ilustrativas, uma explicação sucinta dos conceitos envolvidos, uma lista dos materiais necessários e dicas para facilitar o trabalho do aluno. Damos preferência a experimentos que envolvam apenas materiais de uso corriqueiro. Algumas sugestões são bem simples mas também incluímos algumas mais elaboradas para motivar grupos mais ambiciosos. Oferecemos um folheto com Dicas gerais para a apresentação nas Feiras de Ciência. A procura por esse folheto tem sido tão numerosa que estamos preparando um texto mais elaborado para publicação em breve.

Tintim por Tintim: Essa seção tem a intenção de explicar um conceito ou lei física com o máximo de detalhe e com o mínimo de matemática e jargão especializado. Nela, salientamos o aspecto fenomenológico do conceito e chamamos a atenção para detalhes que possam deixar mais claro o entendimento da Física envolvida.

Questões Propostas e Resolvidas: Essa seção, que também é continuamente ampliada, propõe questões de Física para alunos de todos os graus. Algumas são simples, outras mais complexas, mas nenhuma é trivial. Oferecemos a solução para a grande maioria delas. Para algumas mais desafiadoras oferecemos prêmios para os alunos que apresentarem as melhores soluções. Os prêmios são livros de divulgação de Física. Curiosamente, a participação nesses desafios ainda é modesta, talvez pelo nível de dificuldade das questões escolhidas.

Dicas gerais para professores de Segundo Grau: Oferecemos, nessa seção, um canal de interação entre os professores de Física do segundo Grau e os profissionais do Departamento. A utilização desse canal ainda é relativamente pequena mas vem aumentando com o tempo. A maioria dos pedidos envolve sugestões para inclusão na seção Tintim por Tintim ou nas seções especiais.

Seções Especiais: Cada mês escolhemos um tema específico e criamos uma seção especial sobre ele. A escolha, normalmente, é feita homenageando algum físico famoso cuja data de nascimento ocorra naquele mês. O tratamento nessas seções especiais difere daquele da seção Tintim por Tintim por tratar de temas mais amplos e por salientar o aspecto histórico. Procuramos interligar o assunto dessas seções com o material das outras seções para intensificar o aspecto interativo da página.

O Grilo: Esse é um boletim alternativo, em papel, criado por uma equipe da Biblioteca setorial do Departamento. A ênfase da versão em papel é mais de informação e reivindicação. A versão online é mais leve, com variedades, temas culturais, humor e divulgação da Biblioteca.

Desde que foram implementadas essas modificações, em Março de 1998, o número de acessos vem crescendo continuamente, assim como o número de *e-mails* com solicitações, dúvidas, sugestões e comentários. Procuramos dar a maior ênfase possível ao conteúdo científico e educacional da página, sem muita preocupação com detalhes de *design*. A organização visual da página é simples e intuitiva, levando em conta que muitos de nossos visitantes não são, necessariamente, experimentados em navegar na rede. Evitamos utilizar recursos sofisticados, como aplicativos *Java*, por exemplo, pois contribuem para tornar mais lento o acesso e acrescentam pouco ao conteúdo educativo. Nossa maior preocupação consiste em atender com presteza às solicitações dos visitantes para não decepcioná-los e para intensificar o mais possível o caráter interativo da iniciativa.

A participação de estudantes nos Concursos e Desafios embora pequena é bastante significativa do ponto de vista da qualidade. Alguns dos participantes enviam respostas bem elaboradas, com gráficos feitos em computador e, em alguns casos, em formato já adaptado para divulgação na própria Internet. Deve ser levado em conta que as questões apresentadas são de nível razoavelmente elevado de dificuldade para um aluno médio de segundo grau. Algumas delas são tiradas das provas de Olimpíadas Internacionais de Física.

Para o ano de 1999, pretendemos estender essa interatividade da página com a utilização de novas técnicas. Devemos criar Grupos de Discussões, escolhendo temas específicos sobre o conteúdo e a metodologia do ensino de Física. Faremos algumas experiências com o uso de seções apropriadas contendo tecnologias mais sofisticadas, para ilustrar conceitos e leis físicas de forma que o aluno possa participar da simulação de uma experiência real. Com o aumento da largura de banda de grande número de provedores e servidores da Internet, e com a crescente familiarização dos usuários com esses novos recursos, ficará mais viável sua utilização de forma eficiente. Para criar e implementar essas novidades, contaremos com a colaboração de bolsistas de Iniciação Científica que estão, presentemente, sendo treinados.

PAINEL 6.7 - O MEIO AMBIENTE NAS PUBLICAÇÕES DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA: UM ESTUDO DO TEMA EFEITO ESTUFA

*Lilian Cristiane Almeida dos Santos** e *Maria Regina Dubeux Kawamura*
Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo
e-mail: lilicris@if.usp.br

A divulgação científica, através dos diferentes meios de comunicação, é responsável por uma grande parte da informação sobre o meio ambiente levada à sociedade. Livros, revistas, jornais, vídeos, televisão, etc. vêm tratando do assunto com crescente freqüência, mostrando assim que existe um interesse geral pelo assunto. Porém, mesmo expostos a essa massa de informações, a população tem dúvidas, generaliza, restringe e confunde muitos conceitos veiculados. O que existe de material de divulgação científica sobre meio ambiente? Quais temas são mais freqüentes? De que forma esses temas são veiculados? Como seria essa linguagem? É possível sua utilização como material pedagógico nas aulas de Física?

Este trabalho objetiva, a partir de um levantamento geral do material de divulgação científica existente sobre o assunto Meio Ambiente, identificar e caracterizar as possíveis contribuições desses textos no ensino de Física.

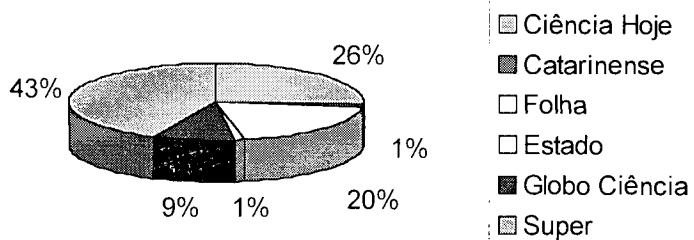
Para tanto, realizamos uma pesquisa sobre o material referente a Meio Ambiente, utilizando o Banco de Referências de Ensino de Física - FISBIT, projeto elaborado na área de ensino de física do IFUSP como material de apoio à professores. Este banco de dados catalogou diversas publicações de divulgação, entre outros, os periódicos *Ciência Hoje*, *Ciência Hoje das Crianças*, *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, *Globo Ciência*, *Nova Escola*, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, *Superinteressante*, os jornais *O Estado de São Paulo* e *Folha de São Paulo*, além de livros.

Verificamos a existência de 108 itens catalogados sob este tema, entre artigos, livros, notícias e perguntas, representando portanto cerca de 5% do total de 2500 itens referentes a todos os temas catalogados no Banco de Referências. Esses textos apresentaram 22 assuntos diferentes, classificados em "palavras-chave", que correspondem a abordagens também diferentes. Há artigos gerais, envolvendo Meio Ambiente, Clima, Ecologia, Hipótese Gaia, etc... Além disso há artigos sobre aspectos específicos como Efeito Estufa, Camada de Ozônio, Queimadas, Amazônia, etc. Finalmente, há artigos que tratam especificamente dos resultados da ação do homem em termos de poluição ou dos problemas ligados aos efeitos das radiações.

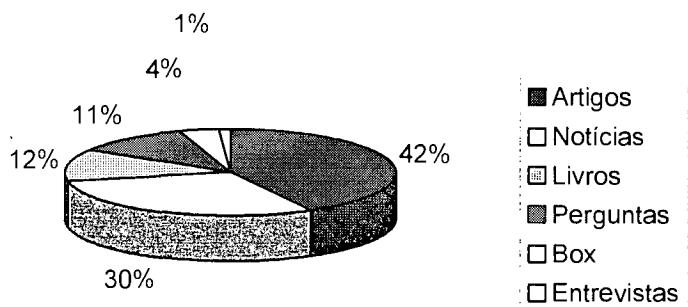
Construímos gráficos de distribuição do assunto nas publicações e conforme a natureza do material.

Constatamos uma grande incidência de artigos, seguida de notícias e uma razoável porcentagem de livros, incluindo os paradidáticos e de divulgação científica. Em relação às publicações, temos um maior número nas revistas Superinteressante e Ciência Hoje.

Meio Ambiente - Publicações

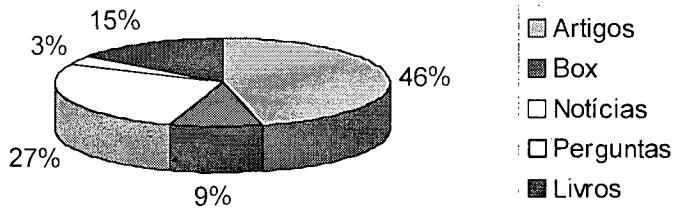


Meio Ambiente - Natureza do Material



Dentre esse conjunto, 31% do total de publicações trata do tema Efeito Estufa. Verificamos também a grande incidência de artigos, seguido de notícias. Podemos notar que esta não difere muito da obtida para o assunto Meio Ambiente.

Efeito Estufa - Natureza do Material



Uma vez que nosso aluno está constantemente exposto a essa massa de informações, torna-se interessante esta caracterização - mesmo que resumida - para que nós (e o professor), possamos verificar que tipo de material existe disponível para o trabalho em sala de aula. Além disso, poderemos também caracterizar melhor o universo cultural do aluno, a fim de auxiliá-lo na construção de um conhecimento estruturado.

Diante da diversidade dos textos apresentados, selecionamos alguns, referentes ao tema "Efeito Estufa" e realizamos nestes uma análise aprofundada, onde observamos aspectos considerados relevantes

para a compreensão do fenômeno abordado. Basicamente, estes aspectos seriam a consistência e utilização dos dados e informações, da explicação do(s) conceito(s) físico(s) e/ou suas relações, e da conclusão do texto. Como se encadeiam estes aspectos? Qual o saber científico veiculado? A população tem suas dúvidas esclarecidas no texto? É possível sua utilização como material pedagógico nas aulas de Física?

Assim, pudemos constatar uma multiplicidade de abordagens: enquanto alguns abordam cientificamente os fatos, outros passam pela superficialidade e/ou catastrofismo. Como reconhecê-los? Esperamos que este trabalho possa auxiliar os professores na escolha dos textos adequados aos seus objetivos pedagógicos.

* Apoio CAPES

PAINEL 6.8 – BANCO DE OBJETOS EDUCACIONAIS E INTEGRAÇÃO COM O CURRÍCULO

Cesar A. A. Nunes¹ e Gil C. Marquês²

¹Universidade São Judas Tadeu e Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada – IFUSP

e-mail: enunes@if.usp.br

²Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada – IFUSP – e-mail: marques@if.usp.br

Apresentamos o projeto de objetos educacionais em andamento no Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada do Instituto de Física da USP. O objetivo desse projeto é disponibilizar recursos educacionais multimídia interativos e formar verdadeiras comunidades em torno desses recursos. A simples disponibilização de recursos educacionais não é suficiente para que uma grande parcela de professores os adote como recurso efetivo em seus cursos. A presente iniciativa no CEPA reproduz e especializa para a física a filosofia adotada na Educational Objects Economy (EOE), um consórcio formado por várias universidades, alguns produtores de softwares e algumas editoras dos Estados Unidos. Os objetos educacionais são escritos na linguagem Java, portanto facilmente acessíveis a partir de qualquer browser. Sua incorporação em demonstrações em salas de aula, em material produzido pelos professores ou em trabalhos de alunos é bastante simples. Grande parte dos códigos fica disponível no site para que usuários os modifiquem de acordo com suas necessidades. Além disso para cada objeto apresentado é acrescentado o endereço eletrônico do autor para contato, permitindo que se façam encomendas de modificações e sugestões diretamente a ele. É criada também uma interface junto a cada objeto para que os educadores usuários deixem suas avaliações e sugestões de uso para que outros usuários tenham subsídios. A catalogação dos objetos é feita seguindo os padrões do Instructional Management Systems, que utiliza metadados para permitir a busca a dados de filmes, sons, imagens e simulações. A comercialização dos recursos produzidos é incentivada seguindo padrões onde os códigos estão disponíveis. Qualquer um pode utilizá-los, modificá-los e comercializá-los desde que mencione as alterações, as fontes e disponibilize os códigos.

PAINEL 6.9 – PRODUÇÃO DE UM VÍDEO DIDÁTICO

Marília Paixão Linhares¹ (marilia@if.usp.br); Thiago Norton²; Darcí S. Motta Esquivel³ e Henrique Lins de Barros⁴

¹CECIERJ, ²Colégio Pedro II, ³CBPF/CNPq e ⁴MAST/CNPq

Neste trabalho gostaríamos de exibir o vídeo Introdução ao Biomagnetismo. Este vídeo foi concebido durante o estágio do Programa de Vocação Científica no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), no laboratório de Microorganismos Magnéticos, quando delineamos o projeto de produção de um vídeo didático sobre magnetismo em seres vivos com a finalidade de divulgação entre os estudantes do ensino médio de atividades de pesquisa realizadas neste laboratório e vivenciadas pelo estudante estagiário Thiago, também do ensino médio. O trabalho, a ser elaborado por ele, deveria ter a linguagem adequada, ou seja, a linguagem do estudante desta faixa etária. Thiago se integrou nas atividades do laboratório principalmente na preparação de amostras, que envolve coleta, concentração e observação no microscópio óptico da resposta magnética de microrganismos magnéticos ao campo magnético aplicado. Através de uma câmara de vídeo acoplada ao microscópio óptico é possível filmar o movimento das bactérias e de outros microrganismos magnéticos. Esta filmagem foi apelidada de "filme científico". Surgiu a necessidade de explicar o que estava acontecendo, o por quê do movimento na presença do imã ou bobina. Thiago passou a elaborar o roteiro do que chamamos de filme didático e para isso foi necessário pesquisar artigos de divulgação sobre magnetismo em seres vivos e textos didáticos sobre campo e força magnética. Algumas experiências com ímãs e bobinas foram praticadas e filmadas. Selecionamos sequências explicativas dos fenômenos magnéticos de alguns vídeos didáticos. O processo para elaboração do vídeo foi idealizado e discutido junto ao estagiário. A edição do vídeo foi realizada na Ilha de Edição do MAST, com o suporte técnico.

A seguir reproduzimos o esquema do roteiro elaborado pelo estagiário.

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1.^a → Filme científico → música instrumental
Filme científico → questões
3.^a → Filme didático → texto</p> | <p>2.^a → 4.^a → Filme didático → explicação
 5.^a → Filme científico → texto científico
6.^a → Filme didático → poesia</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Questões de abertura do vídeo propostas pelo estagiário:

O que está acontecendo? O que é isso, tem vida? Porque vão e voltam? Esse movimento acontece porque? Onde elas estão?

Texto explicativo selecionado para clucidação das questões:

Campos magnéticos uma expressão obvia de mistério / mas nem tanto / podemos comprehendê-lo / mas o campo magnético altera as nossas vidas?

Devido ao aparente mistério que são as Forças Magnéticas, muitas pessoas no passado e até mesmo nos dias de hoje, procuraram saber de que maneira os efeitos do Campo Magnético influem sobre a vida humana e de outros animais.

O Campo Magnético Terrestre ajuda o homem há muito tempo, por exemplo se não houvesse bússola o homem não teria chegado à América e sem este campo magnético jamais a bússola funcionaria. O modelo mais simples deste campo é um enorme ímã em forma de agulha, cortando o centro da terra, onde as posições geográficas se invertem: sul magnético fica no norte geográfico e o norte magnético no sul geográfico. A orientação magnética ocorre em seres que possuem partículas de material magnético, o mais comum é a magnetita, eu é uma espécie de cristal produzido pelo ser vivo, que é do tamanho de 10.000 vezes menor que um ponto final. Esta já foi encontrada em tartarugas, morcegos, pombos, atuns, abelhas, algas, bactérias, formigas e até no homem.

O ímã natural, pedra ímã, ou magnetita é o óxido de ferro Fe_3O_4 da família dos epinélios. Os ímãs naturais eram conhecidos pelos gregos, que os encontraram em cidade da Ásia Menor e em uma região da Macedônia, ambas chamadas Magnésia. Os ímãs artificiais, de constituição muito variável, mas geralmente baseados no ferro, devem ter sido conhecidos na Europa a partir do século XII.

Independente da forma, quando se aproxima um ímã do outro, eles podem tanto se atraírem como se repelirem: esse comportamento é devido ao efeito magnético que apresentam sendo mais intenso nas proximidades das extremidades, razão pela qual eles são denominados pólos magnéticos. Isto indica a existência de dois tipos diferentes de pólos magnéticos, denominados, polo norte e polo sul. A atração entre ímãs ocorre quando se aproximam os dois pólos diferentes e a repulsão ocorre quando na aproximação de dois pólos iguais. A atração ou repulsão entre ímãs é resultado da ação de uma força de natureza magnética e ocorre independente do contato entre eles. O ímã também possui outra propriedade, que é a indivisibilidade, por mais que se quebre o ímã ele sempre terá dois pólos.

As bactérias são organismos unicelulares que vivem praticamente em todos os ambientes. Elas florescem tanto na parte interna quanto na parte externa do nosso corpo. Só podem ser observadas com a ajuda de um microscópio por causa do seu tamanho. Apesar de suas dimensões reduzidas, as bactérias possuem grande poder de adaptação ao meio ambiente e uma grande variedade de comportamentos.

Em 1975, Richard Blakemore fez uma descoberta marcante em sua área de pesquisa. Versava sobre o papel desempenhado pelas bactérias anaeróbicas na ecologia de pântanos e charcos. Numa dessas coletas, ele retirou lama de um poço de água salobra, misturou com um pouco de água do mar, colocou uma gota na lâmina de um microscópio e observou-a através da grande ampliação. Certamente isso já havia sido feito milhares de vezes antes, mas Blakemore notou o que ninguém havia notado antes. Em algumas gotas as bactérias migravam para um dos lados da gota. Depois de várias tentativas em vão de observar mudanças no comportamento delas com luz ou mudança na água, Blakemore colocou um ímã perto de um dos lados da gota. Numa determinada orientação o ímã não alterou o movimento das bactérias, contudo, na orientação oposta, o sentido do movimento das bactérias foi invertido! Elas migraram em oposição a esta margem da gota! Uma influência direta e repetitiva do campo magnético da terra sobre um organismo vivo!

As bactérias magnetotáticas estão sempre nadando ou para o polo norte ou para o polo sul, dependendo se vivem no hemisfério norte ou no sul. Existem, portanto, dois tipos, se você aproximar, por exemplo, o norte de um ímã ao microscópio todos que nadarem para o norte (tipo Norte) chegarão a borda da gota, e quando você inverter o ímã, elas vão fazer uma volta em forma de um "U" e se encaminharão na direção contrária.

O produto final deste processo de produção do vídeo Introdução ao Biomagnetismo foi além das expectativas iniciais. O vídeo produzido pode ser utilizado como um programa motivador para o estudo do magnetismo no contexto biológico, despertando a atenção para as interações magnéticas presentes em seres vivos e no social, relacionando por exemplo às grandes descobertas do século XV. Outro fator igualmente importante foi a produção do recurso pelo próprio estudante, permitindo o aprendizado de uma importante tecnologia educacional.

Bibliografia consultada:

1. GREF, Física 3, Eletromagnetismo, edusp, 1993
2. TOFLER, A., A Terceira Onda, 1980
3. HALLIDAY,R.C. E RESNICK, R., Fundamentos de Física - 3^a edição, Livros Téc. e Cien. Ed.S.A., 1990.
4. GREF, Leituras de Física, Eletromagnetismo, versão preliminar.
5. ESQUIVEL, D.M.S., Orientação Magnética em Formigas, Ciência Hoje, jan/fev 1995.
6. LINS de BARROS, H.G.P. e ESQUIVEL, D.M.S, Orientação Magnética, Ciência Hoje, jul/ago 1982.

7. Wajnberg, E., ESQUIVEL, D.M.S, EL-JAICK, L. J., AVALOS, D. A. e LINHARES, M. P., LEAL, I., OLIVEIRA, P. S., Magnetismo em Formigas Migratórias: Variação Térmica da FMR, Anais do XXI Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada, 1998, Caxambu, MG.

PAINEL 6.10 – EXPOFÍSICA: EXPOSIÇÃO INTERATIVA DE FÍSICA E ASTRONOMIA EM SITUAÇÕES INFORMAIS DE ENSINO DE FÍSICA

Ana Luiza Astrath; Ariana Campos; Cleverson Perceu Lopes; Daniel Leandro Rocco; Edi Junior Pelicon; Jozy Casicava; Jurandir Hillmann Rohling; Leandro José Raniero; Marcos Cesar Danhoni Neves; Reginaldo Barco; Sergio De Piccoli Júnior; Viviane Scheibel e Oscar Rodrigues das Santos

Departamento de Física, (PET e Laboratório LCV), Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, CEP-87020-900, Maringá-PR, Brasil, e-mail: pet@dfi.uem.br

Introdução

Este trabalho é um pequeno relato de uma série de Exposições Experimentais de Física realizadas na Universidade Estadual de Maringá, durante dois anos. Estas Exposições tiveram dois objetivos principais: popularizar a ciência, trazendo para a comunidade experimentos didáticos usados em laboratórios de ensino, como vídeos educacionais e CD-ROM's (1) e explorar a poderosa potencialidade didática de alguns tipos de brinquedos (caixa de música, carrinhos de fricção, armas de brinquedo, etc.). Estas exposições, e todas as situações envolvidas na melhoria do ensino de física foram os resultados de dois grandes projetos e programas: LCV (Laboratório de Criação Visual – RENOP/CAPES) e o programa PET (Programa Especial de Treinamento – CAPES) com suporte financeiro governamental. O Projeto CIC (Centro Interdisciplinar de Ciência), cujo objetivo é prover acesso a experimentos didáticos para as escolas secundárias, está também envolvido nestas exposições.

As Exposições

Durante dois anos expomos em diferentes lugares do câmpus universitário cinco mostras de experimentos físicos, sendo a última (“V EXPOFÍSICA”) realizada durante a 6ª Reunião Especial da SBPC(Maringá, de 28-31/10/98). Estas foram direcionadas à universitários e estudantes do primeiro e segundo graus, mas nós realizamos outra em um centro educacional para estudantes com deficiência auditiva e agora, baseada em experiências adquiridas anteriormente, iremos trabalhar em experimentos objetivando o ensino de física para estudantes cegos, usando situações comuns da vida diária.

Os experimentos foram escolhidos após uma seleção baseada nos experimentos cruciais ou aparelhos desenvolvidos durante a história da física e suas ligações com brinquedos eletro-mecânicos. Introduzimos também experimentos na área da Termodinâmica, com nitrogênio líquido (mudança da cor de LEDs, contração do volume de uma bexiga, comportamento físico de um cigarro dentro de um recipiente com nitrogênio líquido, etc.).

Os experimentos apresentados nas Mostras foram:

1. Pêndulo de Foucault.
2. Fotografia estroboscópica de experimentos mecânicos (plano inclinado, pêndulo caótico).
3. Velocidade do Som (com canos de PVC).
4. Conservação do momento linear (uma série de bolas de bilhar em fila).
5. Conservação do momento angular (plataforma girante)
6. Lançamento oblíquo (trenzinho que corre em um trilho e lança uma bolinha para cima).
7. Pêndulo caótico (com dois e três braços).
8. Aparelho de Morin e caixinha de música (Brinquedo).
9. Relógio mecânico (reprodução de um relógio alemão do fim do século XVII).
10. Levitação magnética (um brinquedo chamado “Revolution”).
11. Máquinas eletrostáticas (Gerador de Van der Graaf e máquina de Whimshurst).
12. Indução eletromagnética (Transformadores).
13. Lei de Faraday.
14. Motor elétrico (montado com equipamentos simples).
15. Circuitos AC e CC.
16. Rádio de Galena.
17. Lentes e espelhos.
18. Telescópio refrator.
19. Rede de difração (em um orifício circular coloca-se uma pena de pato).
20. Dispersão da luz branca (através de um prisma).
21. Disco de Newton.
22. Curvatura de um feixe de laser (usando um laser didático e um recipiente com água).
23. Espelhos parabólicos (uma imagem real produzida por dois espelhos parabólicos opostos).
24. Relógios de Sol (Vertical, horizontal e equatorial).
25. Relógios astronômicos noturnos.
26. Relógio lunar (baseado no ciclo completo da lua).

27. Fotografias do último eclipse solar total ocorrido no Brasil em Novembro de 1994.
28. Fotografias da passagem do cometa Hale Bopp nos céus brasileiros.
29. Corpos rígidos. Momento de inércia de um disco dentro de carrinhos de brinquedo.

Todos os experimentos foram separados em áreas temáticas com demonstrações práticas mão e com a perspectiva da história da ciência. Inúmeros vídeos foram mostrados. Estes vídeos foram produzidos no “Laboratório de Produção Visual” desde 1991 e, ambas, exibições, fotos e sumários dos vídeos, foram publicados em forma de catálogo (2), onde se encontram perspectivas para melhoria do ensino de física e para dar idéias inovadoras para as escolas e seus respectivos laboratórios.

Agradecimentos

Desejamos expressar nossos agradecimentos pelo suporte financeiro concedido pela CAPES, PENE-UEM (Prof. Silvia Vasconcellos), para os petianos encarregados da organização dos eventos, Alice Iramina (CIC) e aos trabalhadores da oficina da física-UEM.

Bibliografia

1. NEVES, M.C.D. et al., O Universo de Aristóteles, Filmes de ficção Científica: Quadros e uma Exposição Aristotélica, O Aparelho de Morin Revisitado, Uma Breve História do Pêndulo, Uma História da Noção do Conceito de força, Leonardo, il Genio in Officina, Uma Introdução a Ótica de Fourier, Dialogo Immaginario fra Messer Leonardo e Messer Galileo, vídeos e CD-ROM's produzidos no Laboratório LCV, Universidade Estadual de Maringá, 1991-1998.
2. NEVES, M.C.D. et al, Catálogo da Mostra de Experimentos Físicos, PET-DFI/UEM, Maringá, 1997.

PAINEL 6.11 - BOLETINS: MECANISMOS DE ATUALIZAÇÃO E APROXIMAÇÃO

Magale Elisa Brückmann¹, Rolando Axt², Virginia Mello Alves³ e Elton R. P. Dobke⁴

¹Departamento de Física, IF-UFRGS, CP 15051, 91501-970, Porto Alegre, RS (mabruck@if.ufrgs.br)

²DeFEM, UNIJUI, 98700-000, Ijuí, RS

³Instituto de Física e Matemática, UFPel, CP 354, 96010-900, Pelotas, RS

(vmalves@ufpel.tche.br sapulha@ufpel.tche.br)

A possibilidade de se realizar divulgação científica, atingindo um contingente razoável de professores, a um custo bastante baixo, tem sido explorada através da edição de boletins de abrangência regional.

Esses boletins, destinados a professores de Física do ensino médio, contêm sugestões sobre atividades e textos didático-pedagógicos, informações científicas, agenda de eventos, etc e tanto têm servido para atualizar os professores quanto para aproximar-los das Universidades.

Neste trabalho apresentamos a motivação inicial e a evolução desta proposta que tem atendido basicamente a professores em serviço do Rio Grande do Sul. São descritos dois boletins que estão sendo distribuídos em nosso estado: o *Boletim GEF*, editado desde 1990 no Instituto de Física da UFRGS, e o *Ganimedes*, editado a partir de 1997 no Instituto de Física e Matemática da UFPel.



GRUPO DE ENSINO - IFUFRGS
PAS - Programa de Atualização em Serviço
para Professores de Física do Ensino Médio

Número 1

Março de 1990

Em dezembro de 1989 realizou-se no Instituto de Física da UFRGS o 2º *Encontro com Professores de Física* do ensino médio da região. Através desse encontro pretendeu-se estabelecer um intercâmbio entre esses professores e os da Universidade. Na “avaliação” do evento os professores manifestaram-se positivamente quanto ao encontro mas reivindicaram outras chances de contato, solicitando maior aproximação/abertura da Universidade. Partiu daí a idéia de um “veículo” que os mantivesse informados e servisse como instrumento de atualização mesmo estando eles em municípios distantes da capital.

Pensou-se, então, em um boletim. A partir de março de 1990, o professor Rolando, na época professor do Departamento de Física do IF-UFRGS, começou a editar o **Boletim GEF** cujo primeiro número continha a seguinte apresentação:

"Este Boletim destina-se a Você, professor(a) de Física do ensino médio.

Trata-se de uma publicação informal e (ainda) de periodicidade indefinida, organizada pelo Grupo de Ensino do Instituto de Física da UFRGS, com o seguinte conteúdo:

- Textos curtos com notícias sobre Física e Educação.
- Questões objetivas para discutir com os alunos.
- Descrição de experimentos fáceis de realizar.
- Listas de artigos e textos para V. solicitar cópia.
- Informações sobre eventos do seu interesse.

Esperamos estar, com isso, colocando em prática um mecanismo de atualização em serviço, que contribua para reduzir o seu isolamento e o auxiliar a ter acesso a informações que poderão ser importantes para a sua atuação profissional."

Além desses itens, são incluídas no Boletim GEF as questões do vestibular da UFRGS (que os jornais da região não publicam). Isto, de certa forma, acabou direcionando a periodicidade do boletim: as duas edições anuais costumam sair no início dos semestres letivos (março e agosto).

Durante os primeiros anos de circulação cerca de 200 professores de ensino médio recebiam o boletim. Atualmente ele vem sendo distribuído a cerca de 360.

A manutenção do Boletim GEF ao longo dos seus quase dez anos de existência contou e vem contando com a colaboração de diversas pessoas, principalmente na redação de artigos e/ou sugestão de assuntos e atividades. Atualmente sua edição e distribuição está aos cuidados da professora Magale.

Ganimedes

Nº1

Dezembro/1997

Boletim Trimestral para Professores e Estudantes de Física

Analogamente ao Boletim GEF, e inspirado nessa experiência, o **Boletim Ganimedes** surgiu da necessidade de manter o contato estabelecido entre o Instituto de Física e Matemática da UFPel e os professores secundários de Física que participaram do Programa PROCIÊNCIAS (financiado pela CAPES/FAPERGS) na região de Pelotas. Assim, a partir de dezembro de 1997, a professora Virgínia e o acadêmico Elton têm editado trimestralmente o *Ganimedes*. No editorial do primeiro número consta:

O **Ganimedes** é uma publicação através da qual pretendemos estabelecer um meio de comunicação com e entre professores e futuros professores de Física da região de Pelotas. Para isso montamos várias seções relacionadas ao ensino de Física. Esperamos a sua opinião e as suas sugestões para que esse boletim atinja ao máximo os interesses dos professores e estudantes!

A estrutura do *Ganimedes* é composta pelas seguintes seções, todas relacionadas à Física:

- sugestão de experimentos simples;
- textos curtos;
- questões para pensar;
- sugestões de sites da internet;
- sugestões de livros;
- textos curtos sobre história da ciência;
- apresentação dos Prêmio Nobel;
- apresentação de concepções espontâneas;
- quadrinhos de humor;
- notícias de eventos passados e programados para o trimestre;
- espaço livre para contribuições dos professores; e
- dicas sobre onde encontrar material de laboratório em Pelotas.

A tiragem do *Ganimedes* é de 150 exemplares e ele é distribuído para professores de Física de segundo e de terceiro graus, para alunos do curso de Licenciatura em Física e para alunos de segundo grau que tenham participado de cursos de extensão do Departamento de Física. O boletim também está disponível em sua versão eletrônica na rede da UFPel (<http://www.ufpel.tche.br/ifm/ganimedes>).

Com base em depoimentos colhidos em contatos pessoais, cartas e correio eletrônico, podemos afirmar que há um crescente interesse pelos boletins. Acreditamos que isto se deve ao fato de os materiais neles publicados serem efetivamente úteis aos professores para suas aulas nas escolas.

PAINEL 16.12 - PARTICIPAÇÃO DO ESPAÇO UFF DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE NO PROJETO PRAÇA DA CIÊNCIA ITINERANTE / CECIERJ / 1998 FINANCIAMENTO: FAPERJ

*Célia Maria da Silva Santiago / Espaço UFF de Ciências
Margarida Carvalho de Santana / Espaço UFF de Ciências
Glória Regina P. Queiroz / Espaço UFF de Ciências / MAST*

O ESPAÇO UFF DE CIÊNCIAS é um Programa de Extensão da UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE, está vinculado ao Ensino e a Pesquisa e voltado para a Difusão das Ciências, da sua História e do seu Ensino.

O Espaço UFF de Ciências se alicerça em mais de 17 anos de trabalhos ininterruptos a partir do Programa de Integração da Universidade ao Ensino de 1º e 2º graus e das atividades do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências na UFF.

- 1- Professor
- 2- Coordenador
- 3- Orientador

O Projeto Ciência Ativa na Escola, procura apresentar uma proposta de ensino voltada para a compreensão do mundo. São trabalhados com os alunos do curso de formação de professores na linha das mudanças conceituais, conteúdos e métodos baseados nas mais recentes pesquisas teórico-metodológicas em ensino de ciências realizadas no Brasil e em outros países.

A interdisciplinaridade e o construtivismo são pontos fundamentais no desenvolvimento desta proposta.

O material utilizado é simples e de baixo custo, exemplificando para os alunos e professores a viabilidade de transformar a sala de aula, o pátio e dependências em laboratórios experimentais.

A proposta de construir, através de experimentação, os significados-conceituações-dos conteúdos de ciências sob várias perspectivas e sua relação com a realidade e com o cotidiano, objetiva melhorar a eficiência da leitura de mundo.

A seleção dos temas para as oficinas privilegia aqueles cujas mudanças e os conceitos da “ciência da criança” para a “ciência do cientista” possam ser experimentados / observados pelos alunos com facilidade.

Neste processo as analogias com a História da Ciência são exemplificadas de modo a valorizar as idéias trazidas pelos alunos, pois algumas etapas da mudança conceitual desejada são vivenciadas no processo de aprendizagem. Isto vem reforçar a afirmativa de que a Ciência está em processo de construção, por isso aberta a novos questionamentos.

As oficinas são realizadas semanalmente nas escolas de formação de professores, onde os alunos participam acompanhados pelos mesmos.

A estratégia do trabalho em grupo, sob orientação do professor para a execução das experiências, tem como objetivo facilitar a interação entre os participantes para que se dê o debate tornando alunos e professores sujeitos ativos na construção e reconstrução do conhecimento.

A partir do princípio que a escola é o espaço, por excelência, da formação continuada do professor, nossa proposta objetiva a formação de multiplicadores a fim de que os projetos não sejam episódicos, mas que considerem a prática concreta em sala de aula, refletindo-se na melhoria efetiva da qualidade da ação didática dos professores que acompanham as oficinas.

JUSTIFICATIVA

O saber produzido em ciências, de uma maneira geral fica restrito aos laboratórios, às universidades ou aos congressos. Às salas de aula de 1º e 2º graus, com muita freqüência, chegam os livros didáticos. As crianças e jovens, no senso comum, criam o protótipo de Ciências, como saber inacessível e o cientista como gênio excêntrico. Considerando estas afirmações, avalia-se que estes fatores colaboraram significativamente como elementos difíceis da percepção de que os Princípios Fundamentais das Ciências, estão presentes em todo contexto no qual o homem atua e não somente nos sofisticados experimentos dos laboratórios ou em pesados livros.

As estratégias de trabalhar questões, hipóteses, conteúdos científicos sob a forma de oficinas dinâmicas, têm o propósito de apresentar a ciência do dia a dia, presentes nas experiências cotidianas e práticas.

Assim, como estão presentes na arquitetura, nas indústrias, etc. os princípios científicos básicos também estão presentes nos brinquedos e jogos, desde sua forma e cores, até as regras e normas de sua utilização.

Os jogos e brinquedos, com sua metodologia lúdica própria, são sem dúvida elementos facilitadores da participação dos alunos e seus respectivos professores nas propostas do Projeto. Logo, ao propor o lúdico como metodologia de divulgação e difusão das ciências se objetiva criar um espaço com programações e materiais no qual os alunos possam brincar e “brincar de ciências”.

Considerando estas duas afirmativas, as atividades têm como função despertar a curiosidade do observador e facilitar o dimensionamento da forma de ver o mundo, para melhor compreendê-lo e preservá-lo.

OBJETIVO

Construir com os alunos do curso de formação de professores, a discussão e experimentação, os significados e as conceituações de ciências, e as várias perspectivas da relação com o cotidiano.

AVALIAÇÃO

A avaliação constitui um processo participativo.

São avaliados a percepção dos participantes sobre a adequação do projeto às suas necessidades e interesses e o impacto do projeto sobre a clientela: professores, alunos e demais participantes.

A participação e o impacto provocado sobre a ação escolar (ensino/aprendizagem), e a aplicação dos conhecimentos científicos (trabalhados nas oficinas) em situações do cotidiano e o desempenho dos alunos.

Algumas das oficinas que são realizadas no Projeto

I- A ÁGUA NO COTIDIANO

Estados físicos da água

Tratamento da água

II- O AR E O MEIO AMBIENTE

O ar que nos rodeia

O vento

A pressão atmosférica

III- O SOLO E A VIDA

Importância e composição do solo

O preparo do solo

Horta / Terrário / Jardim

IV- FORÇA DA GRAVIDADE

Os equilibristas

VI- BRINCANDO COM BOLHAS DE SABÃO

PAINEL 7.1 - TIPOS E FUNÇÕES DE IMAGENS EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS : UMA ANÁLISE PRELIMINAR

Alfonso Alfredo Chincaró Bermuy, Cláudia Avellar Freiras e Isabel Martins

1. **OBJETIVO:** O objetivo deste painel é mostrar o desenvolvimento de um referencial que dê conta de explicar o papel das representações visuais na comunicação das idéias científicas nos livros didáticos de ciências. Pretendemos produzir uma análise ou reflexão dos tipos e das funções das imagens que estão nos livros, tomando como referência a bibliografia estudada : “O papel das representações visuais no ensino-aprendizagem de ciências” de Isabel Martins e “The analysis of illustration in Theory and Practice” de Evelyn Goldsmith. Analisamos uma série de ilustrações nos livros didáticos verificando a sua relação com o texto no qual se encontra inserido.

2. **RELEVÂNCIA :** Partindo do pressuposto que esta análise possa auxiliar o professor na produção de material didático e tendo em vista que os livros didáticos de ciências estão cada vez mais visuais, acreditamos que seja de vital importância que o professor saiba reconhecer a função das imagens nos textos, uma vez que é nos livros didáticos que o professor costuma estudar e buscar referência. A importância do reconhecimento dos tipos e funções das imagens não se encontra no fato de podermos “rotular” o mesmo , mas sim representa a possibilidade de discutir as relações conceituais entre as estruturas apresentadas.

3. **REVISÃO DE LITERATURA :** O artigo de Martins propõe a análise de representações visuais em livros didáticos pressupondo que a ciência é algo que se exprime visualmente; muitas vezes através mais de representações visuais do que de palavras. A autora afirma que pouco se tem investigado sobre o papel destas representações visuais no ensino-aprendizagem de ciências e que aprender ciência é , de certo modo, usar termos científicos, saber aplicar conceitos científicos e usar termos técnicos. O artigo comenta que os livros didáticos fazem uso cada vez mais de representações visuais para tentar elucidar conceitos e que seus editores justificam esta posição alegando que o meio visual é menos complicado para o estudante do que a linguagem técnico-científica. O artigo tem por objetivo problematizar a noção de que as representações visuais possuem significado imediato e transparente. Outra finalidade deste estudo é verificar em que medidas diferentes meios podem ser considerados mais aptos a representar determinados conteúdos. O artigo de Goldsmith questiona também a afirmação de que as figuras seriam mais elucidativas e comprehensíveis do que o texto. Ela propõe um método de análise para tentar verificar se a presença de ilustrações modifica a legibilidade de um texto didático e se é possível quantificar a extensão destas modificações. A autora descobriu, em sua revisão, que há respostas contraditórias em sua área de pesquisa o que, segundo ela, talvez ocorra por que falta um método único para análise de ilustrações. O trabalho analisa os aspectos visíveis das figuras e aqueles chamados invisíveis (atração, contexto, conotação). O método proposto prevê levar em consideração apenas os aspectos diretamente relevantes à compreensão das ilustrações, já que o seu interesse é a área educacional.

4. **DESENVOLVIMENTO :** Tivemos oportunidade de observar e analisar representações visuais diferentes, em vários tipos de materiais didáticos (livros, artigos em educação), onde encontramos vários exemplos de conceitos que são ensinados na escola que dificilmente seriam aprendidos se não houvesse uma representação visual para auxiliar o professor. Na física, por exemplo, o caso do campo magnético; na biologia, a estrutura da molécula de DNA; na química, o modelo atômico. Observamos e analisamos livros de biologia, física, química recentes e mais antigos. Usamos como unidade de análise uma unidade temática com a finalidade de verificar a comunicação entre todo o texto e o aluno (usaremos o termo “texto escrito” para representar o texto formado por palavras que se encontram fora das molduras das figuras e “todo o texto” para nos referirmos a qualquer texto que esteja no livro, seja ele feito de figuras ou letras) já que consideramos a relação entre texto escrito e representação visual importante para nosso estudo. Optamos por analisar livros atuais e publicados por editoras brasileiras porque, atualmente, os livros didáticos estão totalmente preenchidos de figuras e porque o contexto em que nos encontramos é o de trabalhar com estes livros em escolas da rede pública e particular de ensino.

5. **RESULTADOS :** Pudemos verificar que, realmente, a cada dia os autores de livros didáticos usam mais o recurso representação visual para ensinar. Nota-se que a diagramação não é feita levando em consideração a relação entre o conteúdo do texto escrito e o conteúdo da figura. Fotos, aparentemente, possuem a função de exemplificar ou ilustrar aquilo de que se fala no texto e que pode ser estranho para o leitor o que pode facilitar a compreensão do texto pelo leitor. Quando conseguimos observar figura e texto escrito sobre o mesmo assunto à mesma página, notamos que a localização das figuras em relação ao texto facilita a leitura, pois, segundo Goldsmith, as imagens devem vir no alto da página e à direita, que é a direção para a qual levamos nosso olhar primeiramente, descendo, em seguida, o olhar pelo restante da página. Desta maneira o diagramador se certifica de que o leitor irá ler tanto o texto escrito como o texto imagem. É importante observarmos este aspecto porque segundo Martins, os alunos, em geral, estabelecem relações entre as imagens e o texto, julgam que algumas imagens têm uma função meramente estética ou “que não precisam ser memorizadas” e, muitas vezes, não lêem as imagens, limitando-se a ler o texto escrito. Há várias figuras descriptivas (usando a classificação de Martins) nos livros didáticos de ciências. Alguns esquemas podem confundir o aluno porque a tendência, como já foi dito, é de se ler da esquerda para direita,

e estes apresentam setas indicando outra direção de leitura. Outro problema, muito comum: os objetos microscópicos são desenhados em tamanho gigante se comparados ao seu tamanho real e não há, nos desenhos, uma escala da qual o aluno possa fazer uso para imaginar o tamanho real. Notaímos a presença constante de setas em figuras narrativas (Martins). A relação entre figuras e entre a figura e o texto escrito é importante para compreensão destes pelos leitores. Os livros didáticos parecem não estar feitos com o objetivo de facilitar a leitura pelos alunos. Talvez o meio visual seja menos complicado para o estudante do que a linguagem escrita, porém as regras de representação visual não foram ainda claramente estabelecidas e alguns pontos da relação figura/figura e figura/texto escrito precisam ser melhor observados.

PAINEL 7.2 - AULAS DE ELETRODINÂMICA: UM PLANEJAMENTO EM BASES CONSTRUTIVISTAS

Jurandy C.N.Lacerda Neto¹, Jomar Barros Filho² e Dirceu da Silva³

¹Aluno de pós-graduação da Faculdade de Educação UNICAMP e professor no ensino médio - jura@lexxa.com.br

²Aluno de pós-graduação da Faculdade de Educação UNICAMP e bolsista da CAPES jomar@obelix.unicamp.br

³Faculdade de Educação UNICAMP - dirceu@turing.unicamp.br

Muito se argumenta sobre a necessidade de abandonar as práticas de ensino tradicionais, baseadas na transmissão e recepção de conhecimentos já elaborados, em prol de um novo paradigma, os princípios construtivistas. Por priorizarem seu ensino a resolução sistemática de exercícios padronizados, a prática tradicional não tem gerado uma aprendizagem significativa. O seu caráter operatório mecânico, restringindo-se ao simples manejo de fórmulas, tem incentivado apenas a memorização. Tratam de problemas fechados (no sentido de Alonso, 1992a), onde as perguntas do enunciado do exercício estão seqüenciadas de modo a indicar os passos que o aluno deve seguir. Ou seja, os dados numéricos aparecem na mesma ordem que deverão ser usados na formula decorada. Em geral, não abordam situações verdadeiramente problematizadoras. Não possibilitam que os estudantes façam hipóteses e experimentos, ou mesmo que consigam estabelecer as relações entre Ciência, Técnica e a Sociedade (Alonso, 1992a).

Mas qual é a diferença entre a postura de um professor tradicional e a de um professor que usa estes novos pressupostos?

Uma análise geral do que acontece no dia a dia da sala de aula (as micro relações), revela que ao preparar o ensino, o professor tradicional está pensando em uma interação professor-aluno, na qual ele transmite ou passa os seus conhecimentos. Em geral, estrutura o que vai dizer a classe seguindo uma seqüência de pensamento linear e prima por uma organização na lousa muito bem feita e por um rigor semântico exagerado ao apresentar as definições e equações que representam a situação física, quase sempre ideal, que está abordando. Por outro lado, cabe aos alunos ficarem quietos e atentos à explicação do seu mestre, copiando tudo que ele escreve na lousa. Assim, o conhecimento assume uma forma estanque e única. Basta ser um pouco sensível para constatar que muitos professores acreditam que quanto mais os alunos repetirem tal conhecimento, em longas listas de exercícios, melhor será a sua aprendizagem.

Por basear-se na transmissão passiva de conhecimentos já elaborados, este tipo de aula tradicional não leva em consideração as concepções prévias dos estudantes. Ao invés de questionar estas idéias, elas são reforçadas fazendo com que os estudantes desenvolvam uma visão fechada e distorcida do que é ciência (Alonso, 1992a; Alonso, 1992b). Além disso, os estudantes acabam se relacionando com o conhecimento de uma forma burocrática. Decora-se um conteúdo para ir bem nas provas. Logo após o seu término, tudo é rapidamente esquecido.

Por outro lado, se analisarmos a maneira com que os planejamentos gerais (macro) dos cursos são feitos, perceberemos que são vazios e não deixam claro o que realmente acontece dentro da sala de aula. Ou nas palavras de Silva e Barros Filho (1997):

“... os planejamentos escolares servem apenas para prestar contas aos serviços burocráticos, muitas vezes são apenas listas de conteúdos que foram copiados de livros texto. Por não terem critérios de importância e de hierarquia, além de não apresentarem a forma que ensino e avaliação, não permitem a troca, o debate e o diálogo construtivo, representando mais uma pilha de papéis muitas vezes inúteis; são diálogos surdos ou letras mortas: não permitem questionamentos e não revelam as intenções pedagógicas dos cursos. Nesse sentido, desacreditamos na construção de um projeto pedagógico que não seja coletivo e que não se aproxime do que será feito em sala de aula” (Silva e Barros Filho, 1997).

Já numa orientação construtivista, o conhecimento não é recebido passivamente, mas sim construído (edificado)ativamente pelo aluno sobre o conhecimento que ele já tem. Idéias e pensamentos não podem ser comunicadas como se fossem um pacote fechado, pronto e acabado. Nós não podemos colocar idéias nas cabeças dos estudantes, eles deverão construir as suas próprias idéias. Nesta perspectiva, o conhecimento se origina das atividades de aprendizagem sobre um objeto. Portanto, preparar aulas significa estruturar atividades e seqüências de ensino que consigam desafiar os alunos questionando as suas idéias prévias e criando conflitos cognitivos. Cada estudante deve ser encorajado a fazer a sua própria construção conceitual, o que permitirá ordenar o conhecimento dentro de seu esquema esquema de resolução de problemas. Cabe ao professor usar (atividades) que estimulem e motivem os alunos para isso.

Existe uma alta probabilidade de gerarmos uma aprendizagem significativa se conseguirmos propor atividades de ensino que abordem situações que sejam verdadeiramente problematizadoras. A dificuldade é que, o que é problema para uma pessoa não necessariamente também é para outra (Wheatley, 1991). Uma boa fonte de inspiração para criarmos atividades de ensino, coerentes com os pressupostos acima, são as pesquisas sobre concepções espontâneas, pois elas como já foram testadas e retestadas em muitos países e situações diferentes, conseguem de fato explicitar as idéias prévias dos alunos (Silva e Barros Filho, 1997).

Wheatley (1991), sugere que a aprendizagem deve estar calcada na tríade: tarefas, grupos cooperativos e compartilhamento.

Em geral, os livros textos não foram escritos visando gerar atividades que tenham alta probabilidade de serem situações problemáticas para os alunos, pois abordam situações fechadas e padronizadas. Portanto, o material do curso deve estar sempre sendo reestruturado, para que possa sempre ser usado a favor da aprendizagem. Os problemas dessas atividades devem focar a sua atenção nos conceitos chaves da disciplina, guiando os estudantes a construir de maneira efetiva os seus pensamentos sobre o objeto em questão. Elas devem ser acessíveis a todos os alunos no começo; estimular os estudantes a tomarem decisões; encoraja-los a fazem perguntas; a usarem os seus próprios métodos; promover discussões e troca de informações.

O professor deve fazer com que os alunos trabalhem em pequenos grupos, onde é fomentado o trabalho colaborativo. Os estudantes podem progredir muito trabalhando em conjunto. A participação em pequenos grupos para a resolução de problemas pode estimular a ocorrência de desequilíbrios cognitivos. Pois a aprendizagem ocorre no contexto social da classe, ela é fortemente influenciada pela interação de seus membros e desta inteligência comunitária. Assim, o conhecimento é construído em conjunto através das interações.

O resultado dos trabalhos dos grupos devem ser socializados, estes devem apresentar os seus resultados para a classe, e não só para o professor, abrindo uma discussão. Pode-se assim, criar um momento de discussão e troca de idéias visando uma síntese e não um momento de enjuizamento. O professor não deve ser a autoridade que irá dizer quem está certo ou quem está errado. Deverá haver uma negociação das diferenças buscando um consenso (Wheatley, 1991). Desta forma, o professor assume o papel de um orientador de pesquisas, ao passo que seus alunos são tratados como pesquisadores novatos (Gil Perez)

Estruturando o ensino

Propomos um conjunto de 16 aulas para desenvolver o curso de eletrodinâmica. Sugerimos que a estrutura das seqüências de ensino estejam no formato de uma tabela, onde abrimos vários campos que explicitam: quais os momentos e quais são as atividades que o professor irá propor; quais as atitudes que os alunos deverão ter frente às atividades propostas; quais são os objetivos pedagógicos de cada atividade; quais são os textos de apoio que serão usados em cada momento; e por fim, quais serão os instrumentos de avaliação utilizados e em que momentos serão usados.

Preferimos elaborar o nosso planejamento seguindo a sugestão do artigo Silva e Barros Filho (1997). Este formato possibilita ter uma visão do todo. Pois é preciso que o educador tenha clareza sobre quais são os objetivos de seu ensino. Ele precisa ter muito bem em seu horizonte o início, o meio e o fim do seu ensino, o objetivo de cada tarefa e os instrumentos de avaliação que serão usados no decorrer do curso. Ou nas palavras de Herbart (apud Machado, 1996):

“... é preciso saber o que se quer quando se começa a educação (...) É preciso que o educador veja diante dos olhos o fim do seu trabalho, claro como uma carta geográfica ou, se possível, como um plano fundamental de uma cidade bem construída...” (Herbart apud Machado, 1996).

Para planejar as atividades de ensino, seguimos a seguinte seqüência (Gil Perez, 1996):

- a) Conceber situações problemáticas que gerem interesses e levantem concepções espontâneas dos alunos, levem em consideração suas idéias, suas visões de mundo e suas atitudes .
- b) Propor um estudo qualitativo da situação problemática, tomando decisões que definam e delimitem problemas concretos. Uma atividade na qual os alunos explicitem suas idéias de maneira funcional. Dar um tratamento científico do problema: inventar conceitos e formular hipóteses. Elaboração de possíveis estratégias para de problemas inclui a realização de experimentos para confirmar hipóteses a luz de um corpo de conhecimentos. A elaboração de estratégias e a análises de resultados podem produzir conflitos cognitivos entre as diferentes concepções e possibilitar a formulação de novas possibilidades.
- c) Propor a aplicação dos novos conhecimentos numa variedade de situações novas dando uma ênfase nas relações STS, na forma como o conhecimento é produzido no intuito de dar uma forma coerente de como o conhecimento deve ser construído.
- d) Fazer uma sistematização de forma a aumentar o interesse na formulação de novos problemas.

Esta seqüência exige um planejamento prévio bem estabelecido do processo sem o qual o professor saltaria, fatalmente, do improviso bem intencionado para o paradigma tradicional bem estruturado.

Na elaboração da tabela a seguir, seguimos a seguinte seqüência:

- 1- Colocar questões problematizadoras sobre o tema de estudo de forma a levantar concepções espontâneas.
- 2- Colocar aos alunos uma situação que gerem conflitos cognitivos.
- 3- Trabalhar a situação em pequenos grupos cooperativos de forma a procurar uma síntese.
- 4- Socializar a produção dos pequenos grupos no grupo classe caminhando na síntese final.

5- Faz uma apresentação do formalismo da teoria envolvida no problema.

6- Coloca-se um problema aberto de forma a possibilitar aos alunos aplicarem suas formulações e corrigir possíveis concepções espontâneas resistentes.

Driver diz que quando se pede para os estudantes explicarem como que eles fariam para acender uma lâmpada, usando fios e pilhas, os modelos de circuitos que geralmente aparecem são os modelos unipolares, correntes em colisão, atenuação, corrente compartilhada e em menor freqüência o modelo científico.

Desta forma, começamos o curso propondo aos alunos a atividade-1 de forma a levantar as suas concepções espontâneas e começar a gerar conflitos cognitivos. O desenvolvimento dos conceitos envolvidos na eletrodinâmica serão apresentados numa tabela que estará no trabalho.

Neste trabalho, além da apresentação da tabela, estaremos apresentando a elaboração das atividades e suas consequências.

Bibliografia

1. GIL-PEREZ, D. (1996). New Trends in Science Education. *International Journal of Science Education*, 18 (8): 889-901.
2. SHIPSTONE, D. (1992). Electricidad en circuitos sencillos. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. DRIVER, R., GUESNE, E., TIBERGHIEN, A. Segunda Edição. Ediciones Morata, S. A. Capítulo III: (63-93).
3. ALONSO, M., GIL-PEREZ, D. y TORREGROSA, J. M. (1992-a). Concepciones espontáneas de los profesores de ciencias sobre la evaluación: obsytaculos a superar y propuesta de replanteamiento. *Enseñanza de las Ciências*. 5(2): 18-38.
4. ALONSO, M., GIL-PEREZ, D. y TORREGROSA, J. M. (1992-b). Los exámenes de física por transmisión y en la enseñanza por investigación. *Enseñanza de las Ciências*. 10(2): 127-138.
5. SILVA, D., BARROS FILHO, J. (1997-a). A busca de coerência com os preceitos construtivistas no processo de avaliação da aprendizagem. *A ser publicado nas Atas do Foro de la Academia de Ciencias de América Latina: Enseñanza de la Educación Básica en América Latina; encuentro de Educadores e Investigadores Científicos - Caracas, Novembro/97*.
6. WHEATLEY, G.H. (1991). Construtivist Perspectives on Science and Mathematics Learning. *Science Education*, 75(1): 9-21.

PAINEL 7.3 – DIFICULDADES PERCEBIDAS PELOS ALUNOS NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DA DISCIPLINA DE FÍSICA, NO CURSO DE MAGISTÉRIO, EM FOZ DO IGUAÇÚ - PR., NO ANO DE 1997

Vagner Camarini Alves¹ e Valdeci Martins Rodrigues²

¹FACLEPP / UNOESTE - E-mail: vcalves@muranet.com.br - Caixa Postal 976 - CEP. 19.050-900

²Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – UNOESTE

O ensino de física deve ser introduzido de uma forma mais atraente, é preciso que os alunos percebam que a física está presente em nossa vida e que faz parte do nosso cotidiano, os alunos devem-se conscientizar de que a física contribuiu, está contribuindo e com certeza contribuirá muito nos avanços tecnológicos criado pelo homem. Avanços esses que a cada dia melhora nossa qualidade de vida.

Tem-se consciência de que nossos alunos são altamente capaz de captar e compreender melhor essa disciplina, o que está faltando é trabalhar a matéria de uma forma que os alunos associe o aprendizado com sua vida cotidiana. Assim todos conteúdos trabalhados em sala de aula deve conduzir o aluno de forma que ele construa seus conhecimentos e que possa utilizar de uma maneira mais crítica, mudando seus pensamentos, suas dificuldades, enfim.

Atualmente o uso de laboratórios, de experiências desenvolvidas em salas de aulas, tem mostrado algumas mudanças em relação o aprendizado. Com isso percebemos que é possível transformar a forma de conduzir os conteúdos que muitas vezes são detestados pelos alunos, em uma maneira mais clara e agradável, sendo que o resultado compensador, é sem dúvida, o entendimento, a assimilação dos conteúdos pelos alunos.

Com isso, acredita-se que é necessário rever como foi trabalhado a física com esses alunos e quais os caminhos que devem ser percorrido para recuperar seu êxito, sua vontade em aprender física.

Com base no resultado deste trabalho, realizado com alunos do curso de magistério, as dificuldades relacionadas com a aprendizagem na disciplina de física são relatados. Estas dificuldades vêm desde o ensino fundamental (1º grau), uma vez que neste período os alunos têm pouco contato com o assunto desta disciplina, muitos nem se lembram, se estudaram algo relacionado a física, os resultados mostraram com clareza estes dados. Outro fator, também apontado neste trabalho, e que contribui para a 'defasagem' do processo é a falta do uso de laboratórios e materiais didáticos adequados, uma vez que muitas escolas, principalmente, escolas públicas estaduais, não possuem esta estrutura laboratorial, onde encontramos alunos que nunca entrou em um laboratório, ou melhor, não conhecem.

Ainda pode-se destacar mais alguns fatores que ajuda nesta defasagem, são eles: a carga horária semanal reduzida, onde a maioria dos alunos (isto é, 74,6%) acham pouco tempo para assimilar o conteúdo; o professor não habilitado, que não se encontra preparado para assumir tal desafio, onde muitos mostram insegurança; falta de conhecimento, teórico e prático; falta de domínio do conteúdo, deixando os alunos com uma série de dúvidas; a falta de interesse dos governantes em solucionar estes problemas levando a educação sempre para uma defasagem maior, onde nem mesmo os profissionais, que trabalham em educação são valorizados.

Neste trabalho pode se observar que os alunos, na sua maioria são consciente dos problemas que cercam o processo ensino-aprendizagem. Quando se fala em educação, principalmente em disciplinas mais exigentes como é o caso da física. A maioria conhece perfeitamente bem os problemas relacionados as dificuldades em aprender física, e que são problemas que deveriam começar a ser solucionados. Quando o aluno entra na escola, mais precisamente no primeiro grau, uma vez que a física faz parte do nosso cotidiano, e que tem uma fundamental importância em nossa vida, na tecnologia, enfim, em tudo que nos cerca. Então porque nossos alunos tem tão pouco conhecimento? Muitos chegam ao 2º grau, totalmente desatualizado, quando se fala em física, parece ser uma disciplina difícil e que nunca existiu, que só apareceu para complicar a vida do aluno. Uma vez que é tudo ao contrário, do que citamos, a física tem uma grande importância em nossa vida e que faz parte do nosso cotidiano.

O objetivo principal deste trabalho foi levantar as dificuldades encontradas em aprender física, no Curso de Magistério 2º grau, no município de Fóz do Iguaçu - Pr., a partir do depoimento dos alunos.

Para o levantamento foi utilizado um questionário composto por quinze questões abertas, para dar maior liberdade de expressão aos alunos sobre suas dificuldades no processo ensino-aprendizagem, bem como, dar sugestões sobre o que poderia ser feito para minimizar tais problemas.

As questões foram elaboradas a partir das seguintes hipóteses: falta de pré-requisitos; dificuldades em interpretar conceitos básicos; dificuldades de expressão do professor; professor não habilitado; e falta de perspectiva do aluno com relação aos estudos.

Com este trabalho, foi observados algumas dificuldades ligadas a disciplina as causas desta dificuldades são as seguintes:

1. Para 84,8% a falta de introdução no 1º grau, se os alunos tivessem mais informação, se matéria fosse trabalhada mais adequadamente, com certeza o aluno chegaria no 2º grau mais preparado, podendo assim, vencer muitas barreiras na disciplina, isso também poderia até despertar maior interesse por parte dos alunos. Pois sentimos que muitos alunos chegam no 2º grau totalmente perdido, confuso, com medo da disciplina.
2. A carga horária semanal, segundo 74,6 % dos alunos mesmo tendo a disciplina como sendo uma matéria difícil, acham que 02 horas semanais de aulas não é suficiente para aprender a matéria.
3. A linguagem usada pelo professor, que muitas vezes usam uma linguagem em que os alunos não entendem, e o professor não preocupa em mudar, procurar uma forma mais simples de passar os conteúdos, para 82,2% dos entrevistados.
4. Há muitas, falhas no sistema educacional muitos professores desinteressados, sem qualificação, não tem um bom preparo, e não estorçam para aprofundar nos conteúdos, para alguns alunos, um professor não habilitado pode ser comparado como um aluno que inicia o 2º grau, sem um conhecimento de física, também relacionamos aqui a falta de matéria laboratórios etc.
5. O diálogo, que muitas vezes separam o professor e o aluno, o professor que dialoga, cria uma amizade, essa integração ajuda a desenvolver a aprendizagem, o aluno perde o medo, a vergonha e fica mais seguro na hora de perguntar questionar etc. O professor deve ter postura e saber impor para que os alunos não confunda diálogo com baderna que atrapalham, um professor simpático, amável, conquista os alunos e não deixa de ter autoridade, com isso, transmite o conteúdo com mais facilidade, é a opinião de 90,3% dos alunos.

Tais resultados podem servir de parâmetro para a elaboração dos próximos projetos pedagógicos e planos de ensino, onde deve-se adequar as estratégias processo ensino-aprendizagem a uma situação mais próxima a realidade e não apenas do ponto de vista do professor.

PAINEL 7.4 - DIFICULDADES EM APRENDER FÍSICA NAS ESCOLAS PÚBLICAS DE ENSINO MÉDIO NO MUNICÍPIO DE FÓZ DO IGUAÇÚ - PR., NO ANO DE 1997

Vagner Camarinini Alves¹ e Aparecido Lins²

¹FACLEPP / UNOESTE – E-mail: vcalves@muranet.com.br – Caixa Postal 976 – CEP. 19.050-900

²Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – UNOESTE.

A física deve e pode ser apresentada aos alunos de forma que eles percebam que ela é uma ciência criada pelo homem em sua constante busca pela melhoria da qualidade de vida.

Temos consciência de que o aluno pode captar melhor o ensino de física, quando esta for trabalhada com temas que ele associe a sua vida cotidiana. Deste modo, é preciso pensar sempre em como conduzir o trabalho em sala de aula para que o aluno construa seu conhecimento de forma a desenvolver e utilizar todo seu potencial criativo e crítico, apropriando-se dos conceitos e da linguagem do ensino de física.

estudo é a possibilidade de dialogarmos com diferentes visões sobre uma inovação específica e sobre temáticas que emergem nesse contexto, como por exemplo: o papel do sistema educativo frente as desigualdades sociais; os desafios de uma educação geral básica que reconheça e trabalhe as diferenças entre os alunos; a relação entre o desenvolvimento profissional e a Reforma em curso; modelos de desenvolvimento curricular; a ampliação do significado de conteúdo; a proposição de uma abordagem integrada das Ciências; a dimensão optativa do currículo e a reprodução de papéis internalizados socialmente. A multiplicidade de significados apresentados, expressões de diferentes culturas presentes e em conflito no contexto escolar sinalizam o caráter complexo das inovações.

No caso da experiência inglesa, dialogamos com análises e resultados de pesquisas fundadas em uma base bastante diversificada de dados, levantados em estudos de caso, entrevistas semi-estruturadas e surveys. Apresentamos trabalhos de diferentes pesquisadores, convergentes em relação aos efeitos da implantação de um Currículo Nacional nas escolas inglesas. Identificamos a importância de considerarmos o conflito entre forças políticas, entre projetos de sociedade distintos e sua incidência na definição dos rumos de uma inovação. A implementação de uma inovação é um processo político que envolve conflito, que interfere em relações de poder e abarca interesses diferenciados, próprios de cada contexto, no qual atuam os agentes envolvidos. A experiência inglesa possibilitou-nos ainda refletir sobre as dificuldades inerentes a um currículo detalhado e prescritivo, e as contradições de um sistema de avaliação externa das escolas baseado na padronização de desempenhos dos alunos. As pesquisas demonstraram os efeitos negativos de administrar a tensão entre autonomia e controle de modo a fortalecer um dos pólos determinando praticamente a exclusão do outro.

Ao analisarmos as experiências inglesa e espanhola, optamos por diferentes aberturas e possibilidades de reflexão sobre a prática docente, sobre as ações no campo do desenvolvimento profissional e sobre a gestão de programas de inovação. Explicitamos a diversidade e as tensões emergentes de visões e posicionamentos conflitantes. Interpretamos a presença dessas tensões no contexto escolar e na comunidade educativa, enquanto elementos fundamentais de uma complexidade dinâmica. São tensões que não devem ser tratadas no sentido de excluir um de seus elementos geradores, mas que devem ser alimentadas enquanto componentes de uma mesma totalidade, no sentido de se constituírem em forças de mudança.

Dentro dessa perspectiva, a complexidade de uma inovação revela-se sobretudo na impossibilidade de controle do processo assim como do estabelecimento de uma relação linear entre causa e efeito, seja no tempo, seja no espaço. A partir dessa visão sistematizamos referências e eixos para abordar a produção de mudanças no sistema educativo, que apontam para uma busca sistemática pelo entendimento dos fatos e situações, para o desenvolvimento da capacidade de aprender com novos contextos, sabendo que não há uma resposta definitiva. Para tanto, é essencial o reconhecimento dos problemas como inerentes a qualquer esforço sério de produzir mudanças. Os problemas são uma condição necessária ao aprender. Não há como desenvolver respostas efetivas a situações complexas evitando o confronto com os problemas ou atribuindo-os à resistência, à ignorância ou à visão errada de outros. Os eixos propostos enfatizam a procura por interrelações em vez de uma cadeia linear de causa e efeito, e o tratamento da mudança como um processo, não como o resultado de uma ação cuidadosamente planejada.

Finalizamos o trabalho dialogando com uma experiência brasileira. Refletimos sobre a elaboração dos eixos norteadores do programa Escola Plural e a sua implantação inicial no município de Belo Horizonte. Não analisamos dados de implantação. Refletimos sobre a experiência de um dos autores na elaboração e deflagração inicial do programa enquanto diretor do Departamento de Educação de uma das Administrações Regionais da cidade. As questões e hipóteses resultantes dessa problematização pretendem chamar para o debate sobre a experiência em curso na rede municipal de Belo Horizonte. Contudo um debate que contribua para a elaboração de uma agenda de pesquisa, que reforce a necessidade de voltarmos nossa atenção sobre os processos de implementação de mudanças e os resultados que produzem, com vistas à concretização de políticas públicas mais contínuas e articuladas ao desenvolvimento profissional dos professores e das instituições em que atuam.

PAINEL 7.11 - ENSINO - APRENDIZAGEM DE ELETRICIDADE - UMA EXPERIÊNCIA DA PROPOSTA GREF

Graziela das Neves^{1*} , Yassuko Hosoume²

¹Pós-graduação IFUSP/FEUSP

²IFUSP - Yhosoume@anpcep1.IF.usp.br

Este trabalho consiste numa pesquisa sobre aprendizagem de alguns elementos da Eletricidade, utilizando em um curso a proposta de ensino desenvolvida pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF). Participaram dessa pesquisa aproximadamente 65 alunos de uma escola pública da cidade de São Paulo.

Um dos objetivos do GREF é trabalhar a Física a partir do cotidiano. E isto começa a ser feito quando o curso é organizado a partir de um levantamento de coisas que os alunos acreditam estar relacionadas com a eletricidade. Para dar uma breve idéia de como os conteúdos foram abordados, enumeramos os títulos das

Leituras (capítulos) dos textos desenvolvidos pelo GREF para os alunos (versão preliminar), sobre o conteúdo de Eletromagnetismo, da parte que foi trabalhada: 1. *Onde não está a eletricidade?* - Uma introdução à classificação da Eletricidade, onde o objetivo é mostrar que todos os objetos podem ser “elétricos”, dependendo do ponto de vista utilizado na sua classificação; 2. *Pondo ordem dentro e fora de casa.* - Um levantamento de coisas que os alunos acreditam ser objeto de estudo da Eletricidade e classificação em aparelhos resistivos, motores, fontes de energia, elementos de comunicação e informação, componentes eletro-eletrônicos e semi-condutores; 3. *Elementos dos circuitos elétricos.* - Estudo dos componentes de circuitos elétricos e apresentação de condutores e isolantes elétricos; 4. *Cuidado! É 110V ou 220V?* - Uma pesquisa prévia das informações contidas nas “chapinhas” dos aparelhos elétricos, e conceituação de tensão elétrica, corrente, potência e frequência; 5. *A conta de luz.* - Introdução ao conceito de energia elétrica; 6. *Exercícios.* (Referentes à todas as Leituras anteriores); 7. *Chuveiros elétricos (atividade experimental).* - Obtenção das relações entre o comprimento do resistor com a potência, o aquecimento e a corrente elétrica; 8. *Lâmpadas e fusíveis (atividade experimental).* - Obtenção das relações entre a espessura do resistor com a potência, a corrente e a luminosidade (aquecimento); 9. *A potência nos aparelhos resistivos;* 10. *O controle da corrente elétrica;* - Sistematização das relações obtidas com as atividades anteriores: $P = U.I$, $U = RI$, $R = \rho.l/A$; 11. *Ligações elétricas na residência.* - Ligações residenciais bifásicas e monofásicas; 12. *Circuitos elétricos e sua representação.* - Circuitos elétricos e sua representação na Física; 13. *Exercícios.* (Sobre os conteúdos abordados da Leitura 7 à 12).

Para obter dados para a análise do trabalho desenvolvido, inicialmente foi feita uma pesquisa sobre os conceitos intuitivos dos estudantes, através de um pré-teste. E depois do curso foi pedido aos alunos para responderem ao pós-teste, que foi igual ao pré-teste.

Os testes aplicados consistiram de dois questionários, que foram elaborados e/ou adaptados a partir de algumas das bibliografias que trata de conceitos espontâneos de Física. O primeiro questionário é composto por dez questões que tentam investigar a visão que os alunos tem sobre a eletricidade, explorando aspectos do cotidiano e as características mais qualitativas dos fenômenos. Por exemplo, “que tipos de coisas, situações ou palavras surgem na sua cabeça quando se fala em eletricidade?”, “por que o ferro esquenta quando ele está ligado?”, “como a eletricidade age num liquidificador para ele poder funcionar?”.

O segundo questionário é constituído de duas questões sobre o funcionamento de circuitos elétricos simples. Uma delas apresenta um circuito com associação de lâmpadas em série e a outra questão, em paralelo. Nas duas questões foi pedido para responder qual(is) das lâmpadas teriam maior luminosidade, e porquê.

A análise dos dados foi feita através da busca de respostas que apresentavam aspectos em comum. Portanto, para cada questão de cada questionário, buscamos categorias comuns de respostas. Este processo foi feito para os dois questionários, antes e depois do curso dado. A partir da comparação dos resultados da análise dos questionários inicial e final, tentamos verificar qual foi o nível da aprendizagem obtida, e tentamos relacionar com a metodologia de ensino desenvolvida durante o curso.

Para exemplificar os resultados obtidos, em relação a questão do primeiro questionário que pergunta “porque o ferro esquenta quando está ligado”, no teste inicial 38% dos alunos acreditavam que o aquecimento estava relacionado com o contato da energia elétrica com algum componente interno do ferro, sem especificar qual era o componente. Após o curso, 65% dos alunos o identificaram como a resistência do ferro. Para esta mesma questão, 10% dos alunos responderam, no teste inicial, que o aquecimento ocorre devido a transformação da energia elétrica em energia térmica e 26% apresentaram esta resposta após o curso.

No questionário referente aos circuitos elétricos 85% dos alunos afirmaram haver diferença entre a luminosidade das lâmpadas, a maioria das justificativas se referiam à proximidade da lâmpada que brilha mais, de um dos pólos da pilha. Após o curso, 55,7% dos alunos responderam que as lâmpadas (de mesma potência e tensão nominal) possuem o mesmo brilho.

Pudemos concluir com esta pesquisa que obtivemos resultados satisfatórios. A maioria dos alunos conseguiu atingir o nível mínimo da explicação formal científica. O curso influenciou a maneira que os alunos tinham de “ver” a eletricidade, aumentando a percepção da utilização da eletricidade no cotidiano, isto pode ser verificado mesmo nas questões cujo conteúdo não foi trabalhado durante o curso, como por exemplo, uma questão envolvendo o princípio de funcionamento de uma TV. Vimos também que a maioria dos alunos, utilizaram o modelo científico de circuitos elétricos nas respostas dadas após o curso. A partir dos resultados obtidos, pudemos verificar que a metodologia proposta pelo GREF propicia uma aprendizagem significativa no ensino de Eletricidade.

*Auxílio CAPES/SPEC

Bibliografia:

1. GRAVINA , M.H. BUCHWEITZ . Mudanças nas concepções alternativas de estudantes relacionadas com Eletricidade.
Revista Brasileira de ensino de Física. Vol.16, n.s(1 a 4),1994
Sociedade Brasileira de Física.

O que é MBL?

MBL é uma ferramenta inovadora pertencente à nova tecnologia educacional e que consiste na integração de dispositivos físicos de controle e interfaceamento de sensores e de programas aplicativos de armazenamento, tratamento e exibição dos dados em diversos formatos. Normalmente as interfaces permitem o controle simultâneo de alguns poucos sensores, mas isso é suficiente para que possamos controlar e medir simultaneamente várias grandezas físicas na situação de interesse. Simultaneamente à coleta de dados das medidas, podemos apresentar as grandezas em tabelas e gráficos.

Quais as vantagens do MBL?

Podemos citar cinco principais vantagens do MBL: muda o foco da atenção dos estudantes, aumenta a possibilidade de se realizar várias experiências em uma aula, amplia o horizonte experimental acessível ao estudante, possibilita o controle e desperta o interesse do aluno, desenvolve a habilidade de interpretar as informações científicas.

Muda o foco da atenção dos estudantes

Uma característica das atividades com MBL é a simplificação e mesmo eliminação dos aspectos rotineiros e burocráticos dos experimentos, principalmente os procedimentos repetitivos e tediosos das coletas de dados e de construção de gráficos. Como isso os estudantes necessariamente terão que mudar o foco de sua atenção: ao invés de se concentrar nesses aspectos como normalmente o fazem nos laboratórios tradicionais, os estudantes passam a gastar mais tempo e focalizam sua atenção em questões relacionadas à decisão sobre o que e como será medido, a como as grandezas físicas mensuradas devem ser tabuladas e a quais gráficos são relevantes para compreender o fenômeno e suas consequências. Esses são, em geral, os aspectos mais relevantes das experiências.

Aumenta a possibilidade de realizar várias experiências em um aula

A resposta rápida fornecida durante as atividades com MBL é uma das características mais poderosas dessa tecnologia. Os dados são imediatamente disponibilizados na forma de tabelas e gráficos, liberando os estudantes para dedicarem atenção a Ciência subjacente aos dados. Além disto, a maior velocidade na coleta e apresentação dos resultados cria a possibilidade de se repetir a experiência várias vezes alterando-se as condições iniciais, aumentando com isso a segurança e domínio do estudante sobre o tema sob investigação. A disponibilidade de se apresentar os dados de diversas formas também promove o desenvolvimento das habilidades de interpretar os vários formatos de comunicação utilizados na Ciência. A facilidade de experimentar sem grande esforço repetitivo, permite ao professor encorajar o estudante testar e corrigir suas próprias idéias.

Amplia o horizonte experimental acessível ao estudante

MBL fornece uma grande quantidade de dados e informações na melhor forma possível, permitindo a análise de situações complexas no laboratório. A utilização do MBL possibilita ao aluno fazer estudos quantitativos de uma ampla gama de fenômenos, que até então, seria impossível nos laboratórios tradicionais. Assim, permite incorporar como objetos de investigação experimental fenômenos que ocorrem em intervalos de tempo muito pequenos, os chamados transientes, ou ainda fenômenos de longa duração, como alguns fenômenos biológicos.

Possibilita o controle e desperta o interesse do aluno

A nova tecnologia do MBL é atrativa, dinâmica e interessante. O aprendizado também é encorajado com a motivação dos estudantes para expressar suas expectativas e discutir resultados inesperados. Num laboratório com o MBL, o controle passa do professor e do roteiro para o estudante, que podem sentir-se senhores de sua própria aprendizagem e achar fácil investigar, com sucesso, todas as coisas que os interessam, pois a utilização do MBL demanda pouquíssimas instruções, e o controle do processo de medida fica sob supervisão do microcomputador. Aqueles estudantes, que têm dificuldade e ansiedade na manipulação de instrumentos de laboratório, podem sentir-se seguros ao lidar com instrumentos de laboratório baseados em microcomputador, o suficiente para se disporem a perguntar e responder suas próprias questões.

Desenvolve a habilidade de interpretar as informações científicas

Os efeitos da representação gráfica do MBL sobre os estudantes é vastamente estudado hoje em dia pelos especialistas em educação. O conhecimento científico possui certas formas preferenciais para a comunicação de informações, tais como, tabelas e gráficos. Muitos professores tem descoberto que a incapacidade de traçar e interpretar gráficos é um grande bloqueio à aprendizagem de importantes conceitos físicos. Alguns pesquisadores chegam a estabelecer que esta incapacidade em lidar com gráficos decorre da dificuldade em relacioná-los com a realidade física concreta. As facilidades de apresentar os resultados das experiências imediatamente em vários formatos pode constituir-se uma rara oportunidade de se aperfeiçoar esta habilidade em lidar com as diversas formas de representação científicas. O fato do aluno ter em tempo

real o fenômeno ocorrendo simultaneamente a exibição de sua representação em tabelas e gráficos pode vir a facilitar a sua compreensão da relação entre a representação e o que é representado. Entender ciência implica em saber relacionar a representação abstrata com o complexo mundo concreto do fenômeno natural.

Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq.

PAINEL 8.3 - DESIGN INSTRUCIONAL DE UM SISTEMA HIPERMÍDIA BASEADO EM DIAGNÓSTICO CONCEITUAL DE MECÂNICA BÁSICA

Flavia Rezende

Laboratório de Tecnologias Cognitivas - NUTES/UFRJ
frezende@nutes.ufrj.br

Introdução

A multimídia, sendo um meio de processar a informação conjugando vários tipos de mídia como textos, gráficos, animações, vídeos e sons apresenta um potencial específico para o ensino de Física, tornando possível a animação de fenômenos e a simulação de modelos físicos. A hipermídia acrescenta à multimídia um alto grau de interatividade e traz a possibilidade de reflexão por parte do estudante, de consideração ao seu estilo cognitivo e às suas concepções prévias. O desenvolvimento do sistema hipermídia “Força & Movimento” objeto deste estudo procurou lançar mão desse potencial para atuar significativamente frente às dificuldades conceituais dos estudantes de Física apontadas pela literatura presentes tanto no 2º como no 3º grau.

Especificação do sistema hipermídia “Força & Movimento”

O sistema hipermídia “Força & Movimento” (Gomes, 1996) foi especificado em OOHD (Schwabe & Rossi, 1994), o que permitiu sua implementação baseada nos seus modelos de conteúdo e de navegação descritos nesta seção.

Modelo de Conteúdo do Sistema

O sistema implementado constitui-se em um ambiente hipermídia cujos nós são gerados a partir das classes fundamentais “Situações”, “Concepções” e “Leis Físicas”. Da classe “Leis Físicas” são derivadas as subclasse “Modelo Científico” e “Modelo Híbrido” que se referem a simulações de situações físicas regidas pelas leis físicas levando em consideração a concepção científica e a concepção do estudante. Os atributos básicos dos nós derivados das três classes e subclasse são: o nome do nó, uma descrição textual e uma animação que se referem ao conteúdo do nó.

O Modelo de Navegação do Sistema: O Design Instrucional

O modelo de navegação do sistema hipermídia “Força & Movimento” reflete o relacionamento entre os nós derivados das três classes fundamentais, cada uma das classes disponibilizando âncora para as demais. O contexto de navegação (ou *tour* guiada) “Discussão” é um atributo da relação entre as classes “Concepções” e “Leis Físicas” denominado de “Conciliação”. Esse atributo caracteriza o *design* instrucional do contexto de navegação “Discussão” de acordo com o pressuposto teórico de possibilitar a identificação de sucessos parciais dos estudantes a fim de que sejam *emendados* ao longo de uma discussão (diSessa, 1988, Smith et al., 1993), promovendo a *conciliação* entre o ponto de vista do estudante e o conhecimento científico.

O contexto de navegação “Discussão” simula a discussão qualitativa dos conceitos envolvidos em seis situações físicas que representam dificuldades conceituais de calouros universitários em mecânica básica selecionadas por meio da aplicação do Teste Diagnóstico de Mecânica Básica (Gomes, 1996) – cujas questões se baseiam nas questões do *Inventário do Conceito de Força* (Hestenes et al., 1992) – aos calouros dos cursos de Licenciatura Noturna em Física, Química e Matemática da UFRJ, no início de 1995. Visando ao objetivo de atender às dificuldades conceituais dos estudantes, escolhemos as situações físicas exploradas nas questões cuja frequência média de acerto foi menor do que 50%.

Já as características técnicas da navegação hipertextual são exploradas fundamentalmente através da ligação conceitual não-linear entre os nós derivados das três classes fundamentais que compõem o sistema, realizada na navegação livre.

O Conteúdo dos Nós do sistema

As seis situações físicas que compõem a classe “Situações” são: (i) um corpo em queda livre, (ii) um lançamento para cima; (iii) um lançamento horizontal; (iv) um lançamento oblíquo (v) um corpo em velocidade constante após receber um impulso; e (vi) o movimento de um foguete que viaja no espaço com o motor ligado e depois desligado.

Foram incluídos na classe “Concepções” os conceitos considerados fundamentais para a discussão da relação entre força e movimento, abordados qualitativamente. O conteúdo dos nós procura enfatizar, na medida do possível, os pontos problemáticos da relação entre força e movimento, como por exemplo, a

relativa independência entre a força aplicada e a velocidade do corpo (já que elas podem ter sentidos opostos e pode haver velocidade com força resultante nula).

O conteúdo dos nós referentes às três leis de Newton se baseou em exemplos freqüentemente utilizados em livros-texto de física de 2º e 3º graus.

Referências

1. diSessa, A. (1988). Knowledge in pieces. In G. Forman & P. Pufall (Eds.), *Constructivism in the Computer Age*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
2. Gomes, Flavia Rezende S. (1996). *A Hipermídia no ensino de Física facilitando a construção de conceitos de mecânica básica*. (Tese de doutorado). Rio de Janeiro, Departamento de Educação, PUC-RJ.
3. Hestenes, D., Wells, M. & Swackhamer, G (1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30, March.
4. Schwabe, D. & Rossi, G (1994). From domain models to hypermedia application:an object-oriented approach. *Relatório Técnico MCC 30-94*, Departamento de Informática, PUC-RJ.
5. Smith, J. diSessa, A., & Roschelle, J. (1993). Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(2): 115-163.

PAINEL 8.4 – UMA EXPERIÊNCIA DE PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO, VIA INTERNET#

Maria Hilda de Paiva Andrade¹ e Oto N. Borges²

¹Faculdade de Educação da UFMG - mhilda@educativa.org.br

²Colégio Técnico e Programa de Pós-Graduação em Educação – UFMG - oto@coltec.ufmg.br

Introdução

Em resposta à atual demanda por modalidades de Educação à Distância, o Centro de Ensino de Ciências e Matemática da UFMG (Cecimig) vem desenvolvendo um Projeto de Educação à Distância, via Internet, buscando desenvolver modelos que contribuam para o desenvolvimento profissional e a formação continuada de professores da área de Ciências e Matemática.

A equipe de Educação à Distância (EaD) do Cecimig é formada por professores da Área de Ciências (Física, Química e Biologia), de Matemática, de Português e Pedagogia, além de contar com o suporte de uma equipe técnica em informática. Há um coordenador geral e os professores que têm a função de orientadores possuem experiência anterior em produção de material didático; um dos membros da equipe tem experiência anterior em EaD.

Na primeira etapa do projeto, o Cecimig ofereceu aos professores do Ensino Fundamental do Estado de Minas Gerais três modelos de interação à distância, utilizando a Internet nas comunicações: Cursos de Aperfeiçoamento, Grupos de Discussão Temática e Grupos de Produção de Material Didático.

Este trabalho relata uma experiência vivenciada num Grupo de Produção de Material Didático à Distância, tendo como foco as interações ocorridas durante o processo. Procuramos analisar as dificuldades encontradas e as soluções propostas para enfrentá-las, visando tornar o processo mais eficiente.

O Grupo de Produção de Material Didático (GPMD)

O GPMD é um modelo de formação profissional que consiste em levar um grupo de professores a elaborar um material didático – uma unidade temática, contextualizada e adequada para alunos de uma determinada faixa etária ou ciclo de formação. Os professores escolhem o tema, delimitam-no, decidem sobre quais os conceitos ou conteúdos serão abordados e em que profundidade, escolhem atividades adequadas para desenvolver esses conteúdos, escrevem os textos e os roteiros para o aluno, escrevem um manual para o professor, com orientações e sugestões sobre como desenvolver a unidade e elaboraram uma visão geral da unidade.

A dinâmica num Grupo de Produção de Material Didático, via Internet.

As interações entre os orientadores e os professores participantes foram feitas através das páginas do curso, do correio eletrônico e, eventualmente, por telefone.

Os professores inscritos num mesmo tema deviam interagir através das páginas do curso e via correio eletrônico, visando constituir um grupo de trabalho que devia produzir um tipo de material didático – uma Unidade Temática.

O orientador tinha como sua responsabilidade fornecer instruções, incentivos e subsídios aos componentes do seu grupo de trabalho, buscando o objetivo final, que era a produção de uma Unidade Temática. Para isso, era preciso identificar os problemas ou obstáculos e empreender ações que permitissem superá-los.

Uma vez por semana, a equipe de EaD do Cecimig se reunia e discutia sobre o andamento do projeto, procurando identificar as causas dos problemas e buscando soluções para enfrentá-los. Essas discussões foram subsidiadas por leitura e discussão de bibliografia específica da área.

Uma breve análise desta experiência

Para facilitar essa análise recordamos o processo em quatro etapas ou momentos que consideramos cruciais e que encerram dificuldades próprias: 1º) a constituição de um grupo de trabalho a partir de interações via internet; 2º) a compreensão da tarefa a ser realizada; 3º) a escolha dos tópicos e delimitação do tema; 4º) a elaboração (escrita) do material.

Alguns aspectos dificultaram o processo na primeira etapa, dentre os quais destacamos:

- a) nem todos os inscritos participaram do processo, o que dificultou a formação inicial dos grupos e gerou a necessidade de reenturmação;
- b) alguns participantes se dispersaram entre vários cursos e várias salas que podiam acessar; isso dificultou o encontro entre as pessoas na mesma página;
- c) ao entrar numa página os professores não procuravam interagir com quem já havia entrado nas salas, ignorando o conteúdo das mensagens já gravadas nelas;
- d) a liderança no grupo só surgiu após várias falas isoladas, em que se buscava interlocução.

A maior dificuldade da segunda etapa pode ser atribuída ao fato de o processo de produção de unidades temáticas não ser conhecido pelos professores e os textos informativos estavam em páginas que eles deviam abrir, copiar e imprimir, ações que muitos não dominavam ainda.

A terceira etapa foi prejudicada pela demora do retorno dos professores após as férias escolares. Nessa etapa foi necessário recorrer ao telefone para incentivar os professores a continuar o trabalho. A partir de então, algumas pessoas do grupo passaram a interagir também por telefone e combinaram de encontrar-se no laboratório de onde acessavam a rede.

A quarta etapa encerrou as dificuldades específicas da produção de um material didático, envolvendo tanto aspectos da linguagem quanto dos conteúdos científicos. Foram feitas sugestões de modificações na primeira versão e foram feitas tentativas de melhorar a qualidade do material. A última versão foi enviada pelo correio, pois as páginas do GPMD já não estavam mais disponíveis.

Considerações finais

Do ponto de vista da orientação do projeto, cada etapa encerrou algum tipo de dificuldade, nem sempre fácil de identificar ou de solucionar. Manter algum controle sobre o processo, já que devíamos orientá-lo, identificar as dificuldades que os cursistas estavam enfrentando e escolher a melhor forma de contorná-las ou superá-las não foi tarefa fácil.

Apesar das várias dificuldades enfrentadas durante o processo, consideramos que a experiência foi um sucesso e o principal ganho nesse grupo pode ser considerado o nível de interação que se estabeleceu entre os participantes ao longo do desenvolvimento do projeto que estimulou o interesse das pessoas em se conhecerem pessoalmente.

Analizando o texto didático produzido pelo grupo, há ainda correções a serem feitas, tanto do ponto de vista da linguagem quanto do ponto de vista dos conceitos científicos.

Algumas questões nos interessavam especialmente e ainda estamos buscando respondê-las: *Como se estabelece a identidade de um grupo que interage à distância? Como surge a liderança nesse grupo? Que papel deve desempenhar o orientador em cada etapa do processo para torná-lo mais eficiente?*

À medida que conseguirmos respostas para essas e outras perguntas, pretendemos elaborar um “Manual do Coordenador de Curso de Educação à Distância”.

Trabalho parcialmente financiado pelo CNPq.

PAINEL 8.5 - UMA EXPERIÊNCIA DE PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO, VIA INTERNET[#]

Maria Hilda de Paiva Andrade¹ e Oto N. Borges²

¹Faculdade de Educação da UFMG - mhilda@educativa.org.br

²Colégio Técnico e Programa de Pós-Graduação em Educação - UFMG - oto@coltec.ufmg.br

Introdução

A necessidade de melhoria da qualificação profissional de professores e de outros profissionais da educação tem demandado pesquisas na área, em busca de novas formas de atendimento, visando, essencialmente, atingir um número cada vez maior de pessoas, sem aumentar proporcionalmente os custos e permitindo que esses profissionais continuem em serviço.

Este tipo de demanda remete à educação à distância, um modelo já conhecido e muito utilizado em outros países, e que vem se expandindo também entre nós. Com a evolução das tecnologias de informação, ampliaram-se as possibilidades de comunicação e, a partir de então, a educação à distância vem recebendo um grande impulso, pois torna-se possível colocar em contato pessoas desconhecidas e geograficamente

distantes, mas que têm algum interesse em comum. A popularização do uso de computadores e o aumento do número de pessoas ligadas à Internet tem feito com que a educação à distância mediada por computadores venha a tornar-se uma realidade possível e, com isso, surge então a demanda por modelos eficientes dessa modalidade educacional.

Em resposta a essa demanda, o Cecimig vem desenvolvendo um projeto de educação à distância, buscando desenvolver modelos que sejam efetivos no desenvolvimento profissional e na educação continuada de professores da área de Ciências e Matemática.

A equipe de Educação à distância (Ead) do Cecimig é formada por professores da Área de Ciências (Física, Química e Biologia), de Matemática, de Português e Pedagogia, além de contar com o suporte de uma equipe técnica em informática. Os professores que orientam os Grupos de Produção de Material Didático já têm experiência anterior em produzir materiais didáticos e uma das participantes da equipe já tem experiência anterior em Ead.

Na primeira etapa do projeto, o Cecimig ofereceu aos professores do Ensino Fundamental do Estado de Minas Gerais três tipos (modelos) de interação à distância, utilizando a Internet nas comunicações: Cursos de Aperfeiçoamento, Grupos de Discussão Temática e Grupos de Produção de Material Didático. Cada um desses tipos de “curso” tinha uma equipe de orientadores específica.

Este trabalho relata uma experiência vivenciada num dos Grupos de Produção de Material Didático à distância e procura analisar cada uma de suas etapas, tanto no que diz respeito às dificuldades encontradas no processo quanto às soluções propostas para enfrentá-las.

O que é um Grupo de Produção de Material Didático (GPMD)

O GPMD é um modelo de formação profissional que consiste em levar um grupo de professores a elaborar um material didático – uma unidade temática, contextualizada e adequada para alunos de uma determinada faixa etária ou ciclo de formação. Os professores escolhem o tema, delimitam-no, decidem quais os conceitos ou conteúdos serão abordados e em que profundidade, escolhem atividades adequadas para desenvolver esses conteúdos, escrevem os textos e os roteiros para o aluno, escrevem um manual para o professor, com orientações e sugestões sobre como desenvolver a unidade e elaboram uma visão geral da unidade.

A dinâmica do trabalho num Grupo de Produção de Material Didático (GPMD), via internet

Os orientadores tinham como sua responsabilidade fornecer instruções, incentivos e subsídios aos componentes do seu grupo de trabalho, buscando o objetivo final, que era a produção de uma unidade temática. Para isso, era preciso identificar os problemas ou obstáculos e empreender ações que permitissem superá-los.

Uma vez por semana toda a equipe se reunia com a coordenação e discutia-se sobre o andamento do projeto, procurando identificar as causas dos problemas e propondo soluções para enfrentá-los. Essas discussões eram subsidiadas pela leitura e discussão de bibliografia específica da área.

Os professores inscritos no projeto deviam interagir entre si para constituir um grupo de trabalho e, enquanto grupo, deviam desenvolver um trabalho de produção de material didático.

Do ponto de vista da orientação do projeto cada etapa encerrou algum tipo de dificuldade, nem sempre fácil de identificar ou de solucionar. Manter algum controle sobre o processo, já que devíamos orientá-lo e identificar as dificuldades que os cursistas estavam enfrentando não foi tarefa fácil. A identificação dos obstáculos e a escolha da melhor forma de contorná-los ou superá-los ocorria nas reuniões semanais da equipe de coordenação e orientação, após reflexões e acaloradas discussões.

O foco principal deste trabalho

O foco principal deste trabalho é a análise da interação dos professores durante o desenvolvimento do trabalho. Para isso, recortamos o processo em quatro etapas ou momentos que consideramos cruciais e que encerram dificuldades próprias: 1º) a constituição de um grupo de trabalho a partir de interações via internet; 2º) a compreensão da tarefa a ser realizada; 3º) a escolha dos tópicos e delimitação do tema; 4º) a elaboração (escrita) do material.

Na primeira etapa analisamos as interações iniciais dos professores nas páginas de discussões do GPMD procurando identificar possíveis causas das dificuldades encontradas, destacando aquelas diretamente relacionadas com o desempenho do orientador.

Na segunda etapa analisamos as dificuldades enfrentadas pelos participantes para compreender a tarefa que deviam desempenhar, buscando identificar suas causas e propondo medidas para superá-las.

A terceira e a quarta etapas tratam das dificuldades específicas da produção de um material didático, envolvendo tanto aspectos da linguagem quanto dos conteúdos científicos.

Em resumo, procuramos analisar em cada etapa, como se deu a interação entre os participantes do grupo e entre o orientador e o grupo, em busca de tornar essa interação mais eficiente e o trabalho mais produtivo e de melhor qualidade.

Algumas questões nos interessavam especialmente e ainda estamos buscando respondê-las: *Como se estabelece a identidade de um grupo que interage à distância? Como surge a liderança nesse grupo? Que papel deve desempenhar o orientador em cada etapa do processo para torná-lo mais eficiente?*

À medida que conseguirmos respostas para essas e outras perguntas, pretendemos elaborar um “Manual do Coordenador de Curso de Educação à Distância”.

Trabalho parcialmente financiado pela FINEP e pela SEEMG.

PAINEL 8.6 - UM CURSO DE ASTRONOMIA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO: DESENVOLVIMENTO E UTILIZAÇÃO DE RECURSOS DE MULTIMÍDIA E INTERNET

A. J. A. de Oliveira¹, R. Garcia¹, F. P. Waltrick² e J. M. Póvoa²

¹Departamento de Física – Universidade Federal de São Carlos – e-mail: adilson@power.ufscar.br

²Departamento de Física – Universidade Federal de São Carlos – e-mail: djpo@power.ufscar.br

Devido aos grandes avanços na área da Astronomia nas últimas décadas e ao grande número de informações vinculadas na mídia, é muito comum a curiosidade sobre temas ligados a essa ciência não apenas dos alunos do ensino fundamental e do ensino médio mas também da população em geral. Planetas, cometas, estrelas, buracos negros e a origem do universo são assuntos que despertam interesse em todos e incentivam os estudantes a procurarem cursos universitários nos quais possam estudar e até trabalhar em Astronomia. É muito comum encontrarmos nas turmas de graduação em Física uma boa parcela daqueles que procuram esse curso com o objetivo de se tornarem astrônomos posteriormente. Esse objetivo muda no decorrer do curso quando os alunos acabam descobrindo, por exemplo, que existe um mercado de trabalho muito restrito para a Astronomia. Contudo, o estímulo inicial acaba proporcionando para alguns a continuidade dos seus estudos em outras áreas de pesquisa. Devido ao fato da Astronomia ser apresentada para o público em geral como uma ciência que faz grandes descobertas, isso acaba atraindo a atenção de muitos estudantes para carreira científica.

Entretanto, a Astronomia é praticamente inexistente nos currículos tanto do ensino básico como do ensino médio. Os professores de Física e Ciências na maioria das vezes não recebem uma formação adequada para tratar sobre esse tema na sala de aula. Além disso o trabalho docente é dificultado, pois quando esses temas aparecem nos livros didáticos muitos erros conceituais são encontrados freqüentemente, tais como modelos absurdos para as estações do ano, as fases da lua, os eclipses etc. É comum, por exemplo, encontrarmos explicações do tipo que as estações do ano ocorrem devido a variação da proximidade da Terra em relação ao Sol e não pelo fato que o eixo de rotação da Terra estar inclinado em relação ao plano da sua órbita.

A partir dessas constatações e a convite de um grupo de professores, resolvemos desenvolver uma série de mini-cursos para alunos de uma escola pública do ensino médio na cidade de São Carlos. A escolha dos tópicos que foram abordados nos mini-cursos surgiu a partir de uma discussão prévia com os professores responsáveis pela disciplina de Física na escola. A conclusão que se chegou foi a de que devíamos escolher temas que instigassem a curiosidade dos alunos, sem entrar em detalhes técnicos ou modelos sofisticados. Dessa forma, foram escolhidos os seguintes tópicos: “*O Sistema Solar*” (Sol, planetas, satélites, cometas etc); “*Sóis Distantes*” (estrelas, nebulosas, aglomerados estelares, pulsares e buracos negros) e “*Império Extragalático*” (galáxias, aglomerados de galáxias e a origem e evolução do universo). A idéia de utilizarmos títulos diferentes e chamativos foi para ajudar a despertar o interesse dos alunos. Cada tópico foi apresentado por um monitor durante duas horas, uma vez por mês, durante o período de setembro a dezembro de 1998. Houve a participação de alunos do primeiro, segundo e terceiros anos do ensino médio além de alunos do quarto ano do curso de habilitação específica em magistério, contanto com a presença de aproximadamente 50 alunos, previamente inscritos, em cada mini-curso.

Outro fator importante para a motivação dos alunos foi a utilização de recursos de multimídia. Todos os mini-cursos foram preparados utilizando-se imagens e animações gráficas disponíveis em sites na Internet como por exemplo o “<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod>”. Para estimular o interesse do aluno e auxiliar nas exposições foram também produzidas animações com computação gráfica, usando o software 3D-Studio, que convidavam aos alunos a uma “pequena viagem espacial” permitindo o contato com os temas propostos para cada mini-curso. As imagens, ilustrações e animações eram exibidas diretamente via um microcomputador ligado a um aparelho de televisão de 29“ que permitia uma boa visualização do material. O monitor discutia com os alunos as idéias, temas, sempre instigando a reflexão e a participação da platéia. Todo o material utilizado foi gravado em um CD-ROM para uma posterior utilização pelos professores da escola.

Em uma segunda etapa, o conteúdo utilizado nos mini-cursos começou a ser disponibilizado na “home-page” do Departamento de Física da UFSCar, isso permitirá que os alunos participantes dos mini-cursos possam novamente tomar contato com os temas apresentados e discutam com um professor/monitor via Internet em um dado horário combinado previamente. Para possibilitar esse tipo de interação, foi desenvolvida uma ferramenta tipo “chat” especificamente para esse fim, a qual denominamos de “lousa virtual”. Esse software, além de permitir aos alunos trocar informações, fazer perguntas etc, também facilita a

discussão dos temas, pois o professor/monitor pode apresentar simultaneamente com a discussão textos, imagens, filmes e animações gráficas, facilitando a explicação para o aluno. É importante informar que a escola possui acesso a Internet e o mini-curso possibilitou a melhor utilização desse recurso.

O resultado dessa interação com a escola de ensino médio foi considerado muito bom tanto pelos professores como pelos alunos. Estes construíram uma modesta "home-page" sobre Astronomia no site da escola. Iniciativas como essas indicam que o desenvolvimento de um material para uso em sala de aula, rico em imagens e em informações e ainda a utilização da Internet como motivador tanto para os alunos como para os professores do ensino médio é excelente estratégia ao estudo da Física e ciências em geral. Além disso é uma alternativa que proporciona ao professor uma atualização de seus conhecimentos e a verificação de conteúdos que se encontram em livros didáticos.

É importante verificar que a proposta do mini-curso sobre temas de Astronomia além de ser uma motivação inicial permitiu o aprofundamento das informações disponíveis nessa área científica e teve um relevante papel formador ao possibilitar o acesso e a utilização efetiva de modernas ferramentas (Internet, "chat", animações em computação gráfica etc) que são indispensáveis na busca de informações no mundo moderno que ainda se encontram distantes da maioria das nossas escolas públicas.

PAINEL 8.7 - O COMPUTADOR E A FÍSICA DOS BRINQUEDOS

Valdenilson da Paz Ferreira
Universidade Católica de Pernambuco - val63@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A utilização do computador como prática pedagógica é um fator motivador do aprendizado visto que é natural na criança a curiosidade e a fascinação pelo avanço tecnológico que envolve a informática. Percebemos isso se fizermos uma reflexão sobre como elas são facilmente envolvidas pelos filmes de ficção, jogos eletrônicos e revistas que apresentam temas referentes ao computador, sem nos esquecermos o quanto são fãs dos super – heróis que exploram com ousadia os programas de software no mundo. A criança desde muito cedo começa a explorar o ambiente onde vive, mas o computador pode ampliar, sua visão que irá além do âmbito familiar, da sua cidade, do seu estado, do seu país, vai situá-la no mundo da informática.

DESCRIÇÃO

As pessoas, no cotidiano dos grandes centros urbanos, em geral perdem a dimensão dos fenômenos físicos associados ao nosso planeta e ao universo. Mostrar às crianças que em vez de andar procurando desculpas pelos baixos rendimentos escolares, reprovação e evasão, elas podem voltar seus olhos para o computador e assistir o maravilhoso espetáculo dos programas e da informatização, é uma forma de ampliar nelas a visão de mundo e de consciência da terra como corpo virtual. Trabalhamos com trinta e cinco crianças de catorze e quinze anos, na primeira série do segundo grau, do Colégio Municipal Pedro Augusto, pertencente à Prefeitura da Cidade do Recife. Durante o desenvolvimento dos trabalhos, tínhamos como um dos objetivos prepará -los para observar a física dos brinquedos, através do computador, onde foram apresentados alguns software educativos. Nossa pesquisa iniciou-se com o desenvolvimento de programas relacionados ao conteúdo vivenciado em sala de aula com: aplicação das leis de newton, força de atrito, força centrípeta, trabalho e energia etc. levantando os elementos básicos para a compreensão dos conceitos físicos. Após este estudo os alunos realizaram um levantamento bibliográfico sobre os conteúdos trabalhados, aproveitando o farto material que as revistas divulgam mensalmente.

CONCEITO DE BRINQUEDOS

Objeto que serve para divertir, entreter, adestrar, ensinar e educar, o brinquedo está intimamente relacionado com a criança, em todos as faixas de idade e, em alguns casos, inclui o próprio adulto. Contudo, interessam principalmente as relações dos brinquedos com a infância, as quais possibilitam o estudo do caráter, da eficácia, do desenvolvimento físico e intelectual da criança. Desde remotas épocas, quando aparecem a bola, o chocalho e o pião, esses brinquedos sempre responderam aos gostos da infância, sofrendo mudanças paralelas ao desenvolvimento tecnológico, porém permanecendo, em alguns casos, através dos tempos. O primeiro exemplo histórico pertence à coleção egípcia do Museu Britânico, um elefante de porcelana, com seu guia. Em Roma, para os bebês, havia chocalhos, sinos de prender ao pescoço e, para os maiores, bonecas, piões, brinquedos de puxar com fios (como carroças de animais em madeira, argila, metal e vidro). Na idade média, grande parte deles eram figuras humanas e animais em madeira ou argila. A renascença traz o refinamento artístico, jogos de paciência, bilboqué. No século XVII aparecem os brinquedos com fins didáticos.

Os tempos modernos, além de eliminarem o sentimento geral de que o brinquedo é supérfluo, estabelecem de maneira positiva o papel importante que ele tem no desenvolvimento motor e mental da criança. O progresso da ciência, o desenvolvimento industrial, os novos materiais, o mundo em transformação fazem com que as crianças, além de seus brinquedos estáticos, inanimados, solicitem outros

que representem uma extensão de seu sentido de integração no tempo. Surgem os brinquedos mecânicos, eletrônicos, auto-reguláveis e de controle remoto.

CONCLUSÃO

A partir do material recolhido, eles elaboraram previsões e explicações para alguns brinquedos escolhidos, os alunos devidamente preparados foram ao computador, onde puderam observá-los e criar situações, fazendo simulações com os brinquedos apresentados na tela do computador. Apresentamos o resultado da análise comparativa entre as previsões e explicações anteriores, verificamos o relatório das observações vistas pelos alunos através dos brinquedos, a investigação foi também realizada através de questionários, desenhos e entrevistas. O resultado evidencia o valor das crenças nas explicações que caracterizam a representação do mundo na criança, bem como, os seus determinantes culturais. Foi possível constatar nas representações dos alunos algumas categorias representativas das infantil. Identificamos também diferentes níveis de hipóteses a respeito dos brinquedos utilizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Programa Educar, Apoio Vitae, FAPESP e CNPq
2. Produção de Softwares Educacionais para o ensino de Física e Ciências, Professores e Doutores: Oto Neri Borges e Nilton Penha
3. Coordenação do Grupo de Pesquisa em Ensino de Física da PUC/SP, Professora Dra. Marisa Almeida Cavalcante

PAINEL 8.8 - A FÍSICA NA INTERNET

Rogério Boaretto, Norberto C. Ferreira e Maria Regina D. Kawamura

Instituto de Física da Universidade de São Paulo

rgboar@hotmail.com

1 - APRESENTAÇÃO

O objetivo deste trabalho é apresentar¹ endereços de páginas na Internet que possuem algum tipo de software que possa ser útil ao Ensino de Física, além de sites com assuntos ligados à Física em geral, Astronomia, Teoria da Relatividade, História da Ciência, Instituições de Física no mundo e outros.

Na seção 2 deste trabalho, são apresentados os endereços dos sites com assuntos relacionados à Física de um modo geral, classificados segundo o tema central de interesse.

Na seção 3, aparecem sites que contém algum tipo de software que pode ser útil ao Ensino de Física.

Na seção 4, são colocados sites que merecem ser destacados por possuírem um número muito grande de softwares ou por serem tomados como referência para a Física em toda a Internet

2 - CLASSIFICAÇÃO

Nesta seção, são mostrados os endereços dos sites (em negrito) na Internet, classificados de acordo com o assunto abordado. Os comentários abaixo do endereço de um site indicam todos os assuntos que este contém, e não apenas os assuntos referentes à seção em que o site aparece. Um mesmo site pode aparecer em mais de uma seção. Quando não indicado, o idioma do site é português.

Educação

Endereços de sites que abordam temas educacionais de um modo geral.

<http://www.bibvirt.futuro.usp.br/acervo/matdidat/matdidat.html>. Informações sobre o Telecurso 2000, além de poder acessar o material didático para todas as matérias, inclusive Física.

Ciências

Endereços de sites que abordam assuntos sobre Ciências Exatas (Matemática, Física e Química) e/ou Biológicas.

<http://www.geocities.com/CapeCanaveral17754/>

Assuntos diversos sobre Ciência e Tecnologia (Astronomia, Física, Química, etc.).

História da Ciência

Endereços de sites que abordam assuntos relativos à História da Ciência, tais como importância histórica de alguns personagens para determinado ramo da Física, biografias, instrumentos científicos抗igos e outros.

<http://www.curtin.edu.au/curtin/dept/phys-sci/gravity/>

(Em inglês). Mostra a história da Gravidade e a importância de alguns personagens, desde a antigüidade (como Galileu, Kepler e Newton) até os dias atuais (como Einstein). Explica o que é a Gravidade, mostra algumas fórmulas e leis, além de testes para saber se a pessoa que está lendo está entendendo.

Astronomia

Nesta seção, são encontrados endereços de sites que abordam assuntos relativos à Astronomia em geral, Astrofísica, origem do Universo, Sistema Solar, Planetas, Galáxias, Big Bang e outros.

<http://yabae.cptec.inpe.br/~luizf/ciencia/ciencia.html>

Esta página oferece links a outras páginas de Astronomia. Bom para quem quer saber mais sobre Astronomia em geral, mesmo sendo leigo no assunto.

Física em geral

Um mesmo site pode conter vários assuntos de Física. Aqueles que se encaixam nesta categoria, estão colocados aqui.

<http://physicsweb.org/TIPTOP/>

(Em inglês). Muitas informações sobre Física (como calendário para eventos interessantes, links para páginas interessantes de Física na Internet, sociedades de Física no mundo, etc.).

3 - SOFTWARES

Endereços de sites que possuem algum tipo de animação ou simulação, programas em que o usuário interage, softwares para download, simuladores, laboratório virtual de Física e outros tipos de programas que podem ajudar no Ensino de Física.

<http://physicsweb.org/TIPTOP/paw/paw.phtml?k=Computing/Java+Applets&t=k&f=l>

(Em inglês). Vários assuntos de Física, incluindo laboratório virtual e explicações sobre o assunto que está sendo abordado.

4 - SITES RECOMENDADOS

Nesta parte, são encontrados sites que merecem destaque por possuírem qualidades, em conteúdo, superiores à maioria dos sites que abordam assuntos de Física. Sites que aparecem aqui já foram classificados nas seções anteriores.

<http://physicsweb.org/TIPTOP/>

(Em inglês). Muitas informações sobre Física (como calendário para eventos interessantes, links para páginas interessantes de Física na Internet, sociedades de Física no mundo, etc.). Um site que é muitas vezes citado por outros sites como sendo a maior referência sobre Física em toda a Internet. Para quem sabe ler inglês, vale a pena dar uma olhada.

<http://info.itp.berkeley.edu/Voll/Contents.html>

(Em inglês). Cerca de 100 problemas práticos para estudantes de Física, acompanhados por soluções detalhadas e experimentos interativos. Os assuntos abordados são temas de mecânica (posição, aceleração, velocidade, forças, trabalho, energia, etc.). Pode-se fazer download de todos os problemas. Página muito boa para alunos que estejam cursando Física.

¹ Neste esboço, apenas alguns endereços de sites são mostrados.

PAINEL 8.9 - NAVEGANDO NA HIDROSTÁTICA COM O TITANIC

Márcio Vinícius Corrallo¹ e Martha Saddi²

¹corrallo@sap01.if.usp.br; ²msaddi@opus.com.br

Colégio Magno, São Paulo, SP

INTRODUÇÃO

Muitas vezes nos deparamos com a desmotivação de nossos alunos frente ao ensino de Física. Provavelmente, isso também deve-se ao fato do cotidiano estar alheio ao ensino escolar. Trazer a sociedade para dentro da sala de aula pode significar uma motivação e como disse um de nossos alunos: "Agora entendi para que serve isso."

Os professores devem estar atentos aos acontecimentos da sociedade, utilizando esses momentos para fazer uma reflexão e inserção de conceitos. Seguindo esta metodologia e utilizando também a informática, construímos um software multimídia chamado Mecânica dos Fluidos, no qual se pretende que o aluno entenda a anomalia da água, o Princípio de Arquimedes e suas implicações no acidente do navio *Titanic*.

O utilização de um software multimídia permite ao usuário interagir e, o fato de ser multissensorial, possibilita o uso de mais de um sentido. O usuário pode escolher o caminho a seguir, voltar, anotar, estabelecer a velocidade das apresentações e caminhar não linearmente. Som e imagem permitem criar uma realidade e vivenciá-la. Estudos mostraram, de fato, que 20% das informações são retidas pelo que se ouve, 40% pelo que se ouve e se vê, e 75% pelo que se ouve, se vê e se faz. A mera transmissão de conhecimento deve dar lugar à dimensão do aprender a aprender, na busca de educação de alta qualidade e adequada às exigências de um mundo em constantes e aceleradas mudanças.

APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE

O software foi desenvolvido com um software de autoria denominado *NeoBook for Windows* da empresa *NeoSoft Corporation*. O produto se baseia na construção de telas e objetos com um certo poder de programação. São articulados imagens, textos, fotos, animações, vídeos e sons.

São abordadas três possibilidade: Flutuação dos Corpos, Princípio de Arquimedes e Peso Aparente. A seguir, vamos descrever cada uma delas.

Flutuação dos Corpos

Nesta seção, é apresentada uma sugestão de experiência com o objetivo de observar que um bloco de parafina afunda no álcool etílico e bóia na água. Desta forma, o professor pode discutir o iceberg. Já, através de uma simulação, pode-se verificar a porcentagem de submersão de um bloco de gelo (0°C) em diferentes líquidos (água, álcool etílico e óleo lubrificante). Além disso, é possível assistir alguns vídeos sobre o acidente do navio, observando as fases de choque, quebra e afundamento do *Titanic*¹. Por fim, pretende-se que o aluno possa entender que afundar depende das densidades e, consequentemente, responder a seguinte questão: Como um sólido pode boiar sobre seu próprio líquido?

Princípio de Arquimedes

Nesta seção, também é apresentada uma sugestão de experiência com o objetivo de entender o Princípio de Arquimedes. A atividade leva o aluno a perceber que o corpo totalmente submerso desloca o líquido igual ao seu volume, portanto o empuxo é o peso do líquido deslocado. Além disso, a experiência permite perceber que se o corpo não estiver totalmente submerso o empuxo será menor e, consequentemente, o seu peso aparente será maior.

Peso Aparente

Nesta seção, é sugerida uma atividade, em que um peso é colocado dentro de um recipiente com água ou álcool etílico para demonstrar que a leitura em um dinamômetro diminui a partir da submersão do peso. Também existe uma simulação com diferentes sólidos e líquidos, na qual o aluno pode perceber as diferenças de densidades e, consequentemente, diferenças na leitura do dinamômetro. Desta forma, pretende-se que o aluno possa perceber a existência do Empuxo, ou seja, mais uma força ali presente.

CONCLUSÃO

Tornamos o computador uma real ferramenta, sendo possível extrapolar, simular experiências, fazer cálculos rapidamente e animar. Acreditamos que o ensino através da informática torna-se significativo quando não é possível realizá-lo através de outros meios didáticos.

Ao final do trabalho, pretendia-se que o aluno fosse capaz de responder as seguintes questões :

Quais são as forças que agem sobre o navio ?

Por que o *iceberg* se mantém parcialmente submerso ?

Por que o navio afundou ?

Portanto, temas presentes na mídia podem ser aproveitados como geradores de assuntos, tornando o ensino uma diversão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CHASSOT, A., **A Ciéncia Através dos Tempos**, Editora Moderna, São Paulo, 1994, p.48-50.
2. EHRLICH, R., **Virar O Mundo Do Avesso: E Outras 174 Demonstrações Físicas Simples**, Lisboa, 1992, Gradiva, p.144-145
3. SEARS, F. W., **FÍSICA**, Editora Gertum Carneiro, Rio de Janeiro, 1953, p.376-431.
4. NEVE A., A Multimídia e o Ensino, **Revista Pesquisa e Tecnologia**, Agosto/1995.

¹Vídeos adquiridos via Internet.

PAINEL 8.10 - SOBRE ELÉTRONS E COMPUTADORES: O USO DE OFICINAS INTERATIVAS NO ENSINO DE FÍSICA

*Luciana Tavares dos Santos, Leandro Calado e Ilde de Castro Moreira
Instituto de Física - UFRJ*

Aproveitamos a comemoração internacional dos cem anos da "descoberta" do elétron para organizar uma exposição de experimentos relativos ao elétron, sua importância na física e na química e sua história. A exposição foi realizada no Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro, UERJ, em junho de 1997, e contou com a participação de cerca de 800 pessoas, a maioria das quais estudantes do segundo grau de escolas públicas e privadas. Discutiremos a repercussão que a exposição teve entre alunos e professores, as limitações deste tipo de atividade, bem como a oficina "Por dentro do Computador" que lhe deu continuidade.

A oficina foi uma atividade da exposição *Educação em Bytes*, que tem ocorrido anualmente na Casa

da Ciéncia da UFRJ. Um dos objetivos dessa oficina, destinada prioritariamente a alunos e professores do segundo grau e da 8^a série do primeiro grau (jovens na faixa etária dos 14 aos 18 anos) e ao público interessado em geral, foi mostrar alguns aspectos físicos, químicos e matemáticos que estão por trás do funcionamento de um computador. Seu propósito básico era, ao lado da exibição de softwares educativos da exposição, permitir que os participantes da oficina adquirissem um entendimento básico de conhecimentos científicos subjacentes à base física (hardware) do computador. A oficina constou de quatro módulos: a corrente elétrica e as pilhas, o sistema binário, o armazenamento de dados e como opera o computador, e os princípios físicos do monitor.

A idéia era desmistificar o computador, enquanto caixa preta misteriosa que, cada vez mais, está presente na vida do cidadão, no sentido de mostrar que ele é resultado de um processo tecnológico longo e complexo, mas que está baseado em resultados e avanços básicos da ciéncia e da técnica cuja esséncia pode ser genericamente entendida por todos. Em contrapartida, aproveitando o grande interesse entre os jovens pelo computador, tentou-se atraí-los para uma discussão dos principais conceitos físicos, matemáticos e químicos envolvidos em sua operação.

Foram apresentados e discutidos na oficina os elementos físicos básicos para o funcionamento do computador: a corrente elétrica, a magnetização, a indução eletromagnética, o transistor, o laser, a composição da luz, as reações químicas que produzem energia elétrica etc. O sistema binário e os procedimentos lógicos de funcionamento do computador foram também apresentados, sempre através de atividades interativas. Ao lado disto, as partes do computador relacionadas com estes princípios ou fenômenos foram mostradas, possibilitando uma identificação entre os conteúdos científicos expostos e os equipamentos tecnológicos. O participante da oficina percorria um caminho no qual via representados, e realizava por ele mesmo, embora de forma simplificada, várias das atividades mais importantes de funcionamento do computador.

POR DENTRO DO COMPUTADOR

Módulo I: Cargas e correntes elétricas

1. Desvio do filete de água

2. Força magnética: barra

3. Indução eletromagnética

4. Experiência de Oersted

5. Motor elétrico

Módulo III: Binários e gravação magnética e ótica

1. Tábua com binários e decimais

2. Painel de luzes

3. Jogos binários

4. Gravação magnética

5. Gravação ótica

Módulo II: Pilhas

1. Pilhas secas

2. Pilha de frutas

3. Bateria

4. Motor movido a pilha líquida

5. Reação química

Módulo IV: Monitor e fibra ótica

1. Decomposição da luz branca

2. Sombras coloridas

3. Ampola de Crookes

4. Osciloscópio

5. Filete de água: fibra ótica

A oficina *Por dentro do computador* foi construída a partir da experiência anterior de organização da exposição *Os cem anos do elétron*, comemorativa dos cem anos de alguns dos principais trabalhos de J. J. Thomson sobre o elétron. Essa exposição foi realizada no Centro de Ciéncias do Rio de Janeiro (CECIERJ), no mês de junho de 1997. Abaixo é apresentada a lista de experimentos da parte da fisica utilizados na exposição sobre o elétron. A exposição constava também de um conjunto de experimentos de química, relacionados ao elétron e às reações químicas, que não serão apresentados aqui.

Módulo I: Cargas Elétricas

1. Bastões e bolinhas de isopor e de Alumínio

2. Desvio do filete de água

3. Eletrômetro

4. Gerador de van der Graaf

5. Eletrólise e força magnética

Módulo III: Tubos de raios catódicos

1. Ampola de Crookes I: Cruz de Malta

2. Ampola de Crookes II: dois feixes

3. Ampola de Crookes III: giro das palhetas

4. Osciloscópio

5. Televisão

Módulo II: Corrente elétrica

1. Força magnética: barra

2. Experiência de Oersted

3. Indução eletromagnética

4. Motor elétrico

5. Mini usina hidroelétrica

Módulo IV: Efeitos físicos

1. Efeito fotoelétrico I: fiscamento

2. Efeito fotoelétrico II: medidas

3. Câmara de nuvens de Wilson

PAINEL 8.11 - “EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA : ELABORAÇÃO DE HIPERTEXTOS PARA O ENSINO DE FÍSICA”

Schiel D¹, E. Guerrini I.M²

CDCC – USP, São Carlos

¹e-mail: dictrich@cdcc.sc.usp.br

²e-mail: iria@cdcc.sc.usp.br

Este estudo procurou identificar a metodologia adequada para elaborar os hipertextos de FÍSICA para que estes conduzam efetivamente a uma aprendizagem. Através de softwares educacionais, tais como hipertextos colocados disponíveis na INTERNET, pode-se fazer com que o aluno construa o seu próprio conhecimento, estimulando o aluno aprender a aprender, ou o professor atualize seus conhecimentos, melhorando a qualidade ensino. O hipertexto elaborado pela nossa equipe em Física foi “Mecânica Gráfica para Alunos do 2º Grau” e houve uma preocupação constante da equipe tal que mesmo sendo um meio auxiliar ou complementar no processo ensino/aprendizagem, este intencionalmente, auxilie na construção do conhecimento do aluno e efetivamente apreenda. O endereço desse hipertexto é: <http://educar.sc.usp.br/fisica/fisica.html>.

Introdução

As tecnologias de educação à distância estão evoluindo com extrema rapidez. O que se tem observado é que os produtores de material educacional para educação à distância ficam tão atraídos pelas últimas novidades tecnológicas, que se esquecem das metas e necessidades do aluno, do novo papel do professor e como desenvolver este material para que ele realmente seja um meio facilitador no processo ensino/aprendizagem. Há necessidade dos educadores se preocuparem com o material educacional que está sendo produzido, principalmente, o que está sendo veiculado pela INTERNET.

Não temos a intenção de desprezar em nenhum momento a aula tradicional com a presença do professor. O professor competente ainda é o principal motivador e dentro de uma sala de aula o processo de sociabilização é um dos fatores que move a aprendizagem. O que se propõe é que a apropriação de conhecimentos pode ser complementada ou auxiliada com o computador via INTERNET, desde que o professor tenha a habilidade de orientar seus alunos e avaliar se o material disponível para “instrução eletrônica” seja adequado para os objetivos propostos no seu planejamento.

A intenção deste plano de trabalho que está contido em um projeto maior, Projeto Educação à Distância em Ciência e Tecnologia, é produzir material eletrônico , no caso hipertextos de Física, tal que no processo ensino/aprendizagem auxiliem na construção do conhecimento do aluno.

Conceito didático

Atualmente o conceito chave é que o professor pode transmitir um conjunto fixo de conhecimento para o estudante via uma representação externa. Pode representar tanto uma imagem abstrata como uma concreta e em seguida apresentar para o aluno via um meio. O aluno, por sua vez, interpreta, decodifica e armazena a representação. Horton (1994) modifica este enfoque adicionando dois fatores à representação: o contexto do estudante (ambiente, situação que se encontra etc), e pensamento (memórias, associações, emoções, inferência e razão, curiosidade e interesse). O aluno desenvolve a sua própria imagem e usa isto para construir novo conhecimento, fundamentado no seu próprio conhecimento anterior e habilidades.

A aprendizagem, segundo Kosman (1991), é um processo ativo e construtivo por meio do qual o aprendiz gerencia os recursos cognitivos disponíveis para criar um novo conhecimento extraindo informações do ambiente.

O conceito didático envolvido em hipertextos pode ser fundamentado nesses conceitos atuais que são baseados em princípios construtivistas, nos quais o aluno constrói ativamente uma representação interna do conhecimento, interagindo com o material a ser aprendido e incorporando-o. Além desse aspecto construtivista, as formas didáticas caracterizam-se como participativas e interativas (Visser, 1995).

Metodologia

Não há na literatura resultados efetivos sobre qual a metodologia é adequada para que o aluno aprenda através de hipertextos. Há indicadores (Barreto, L.S. e outros, 1996) da estrutura que deve ser considerada na elaboração de hipertextos:

Sendo o hipertexto um texto não linear, deve estar ligado às informações de um banco de dados; deve ser um facilitador e transferir conhecimentos complexos para novas situações; deve desenvolver estruturas de conhecimento integradas e flexíveis através de ligações (links) por temas conceituais; deve aplicar o mesmo conceito para várias situações; deve dar liberdade para o usuário tomar decisões sobre quais informações deseja e a seqüência destas.

Na elaboração dos hipertextos de Física/Mecânica Gráfica, foi considerada a metodologia citada e desenvolveu-se uma metodologia própria, procurando adicionar às práticas experimentais a simulação dos movimentos em uma linguagem computacional (LOGO) que seguiu os seguintes passos:

- O conteúdo de Física/Mecânica Gráfica, apresenta vários tipos de movimento, que inicialmente são realizados experimentalmente no laboratório com a presença do professor. Os roteiros dessas práticas são editados como hipertextos na INTERNET.
- Os resultados obtidos no laboratório são colocados em uma tabela programada em linguagem Perl para que sejam auto-corrigidas. Estas tabelas são parcialmente interativas. Caso acuse erro, os alunos poderão voltar à tabela que eles preencheram e fazer as correções necessárias. Estas tabelas são enviadas via rede.
- Esses mesmos movimentos são simulados em Linguagem LOGO. Desta forma, o aluno através de um processo lúdico apreende a noção de movimento, envolvendo as duas variáveis: tempo e espaço. Esses programas que os alunos fazem em linguagem LOGO são enviados também via rede.
- Há ligações (links) do procedimento experimental com outras páginas relativas a Fundamentos Teóricos e Conceitos Básicos que o aluno acessará se ele quiser.
- Os textos envolvendo Fundamentos Teóricos são elaborados partindo do cotidiano do aluno.

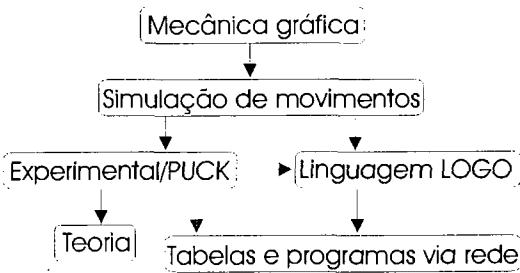


Figura 1 – Diagrama para a elaboração de hipertextos em Mecânica Gráfica do Projeto Educação à Distância em Ciência e Tecnologia

Aplicação e avaliação do hipertexto

O hipertexto foi aplicado em vinte e duas escolas do estado de São Paulo e a avaliação foi realizada pelos professores e alunos envolvidos através das questões que estão no endereço: http://educar.sc.usp.br/aval_educar.html

Os resultados da avaliação indicam que o programa “Mecânica Gráfica” foi considerado de uma forma geral motivador e os alunos melhoraram seus desempenhos na disciplina.

Considerações finais

Comparando o hipertexto de Mecânica Gráfica com outros que estão na Internet, o nosso apresenta pontos positivos que são:

- aluno faz os experimentos com o PUCK no laboratório com a presença do seu professor.
- A simulação dos movimentos não vem pronta para o aluno; ele precisa elaborar o programa em linguagem LOGO (aprendendo a programar nesta linguagem) para ter o movimento.
- aluno tem a assistência do mentor (professor distante) para esclarecer as suas dúvidas e corrigir as tabelas e o programa em linguagem LOGO por ele enviados.
- preenchimento das tabelas faz com que elas sejam corrigidas “on-line” fazendo com que o aluno saiba se ele acertou ou errou.

PAINEL 9.1 – UMA DISCIPLINA DE PRÉ-CÁLCULO PARA O CURSO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Henrique Bezerra Cardoso

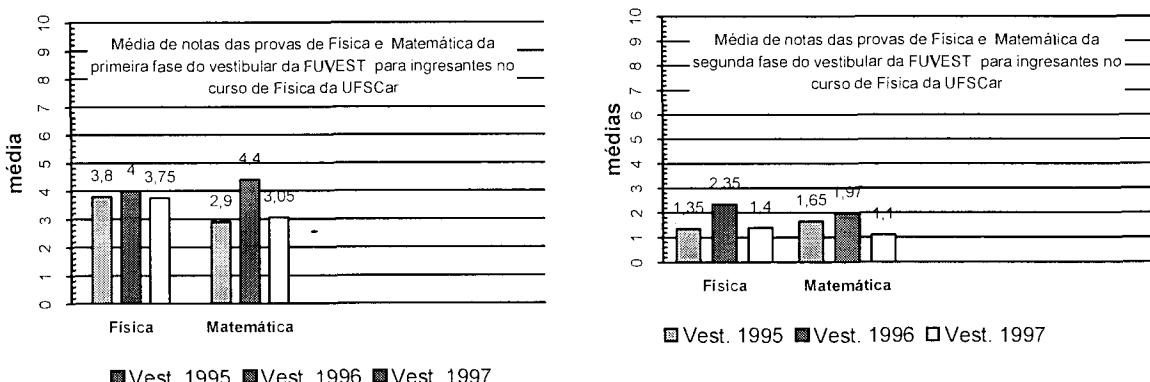
Universidade Federal de São Carlos - UFSCar

e-mail: g154083@polvo.ufscar.br ou henriquebez@hotmail.com

Motivações que levaram à elaboração do curso

No período de greve do primeiro semestre de 1996 das universidades federais, o professor Nelson Studart, do Departamento de Física da Universidade Federal de São Carlos, ministrando a disciplina “Introdução à Física”, não podendo dar continuidade, devido às circunstâncias da paralisação, decidiu neste período, ministrar algumas aulas de revisão de Matemática para os alunos que estivessem matriculados no seu curso. Foram ministradas 4 aulas e notou-se, no transcorrer delas, uma dificuldade quase que espontânea por parte dos alunos em relação aos problemas básicos que estavam sendo aplicados. O modelo de aula ministrada baseava-se em aplicações de exercícios.

Após a conclusão do semestre, tendo a oportunidade de participar do grupo PET-Física (Programa Especial de Treinamento da Capes), durante o segundo período de 1996, até o fim do primeiro período de 1998 e, tendo como tutor do grupo o próprio professor Nelson, ficou destinado a mim a elaboração de um curso de revisão de matemática básica para os alunos calouros ingressantes no curso de Física, que ficou conhecido como “Pré-Cálculo”. Na elaboração deste curso, além da pesquisa informal com os alunos do curso de Física, os dados sobre o perfil dos ingressantes na Física da UFSCar, através do vestibular da FUVEST, foi importante para verificação da grande necessidade de um curso de revisão básica de Matemática.



Através dos dados dos três vestibulares, procurou-se uma interpretação geral do perfil dos alunos, pela média geral das notas obtidas nas provas de Física e Matemática da primeira e segunda fase dos vestibulares. Os gráficos acima nos dão um panorama sobre este perfil.

Material Utilizado no Curso

Para o curso, foram pesquisados alguns livros (ver referências) que na sua abordagem permitissem facilitar a transição entre a Matemática elementar e a Matemática superior (o Cálculo), fornecendo os conceitos e a prática da álgebra, da trigonometria e, do estudo das funções. Entre os livros pesquisados, adotou-se “College Algebra and Trigonometry” de “José Barros Neto” para o roteiro de aulas. Em geral, nos livros pesquisados, o conteúdo programático é o mesmo, mas a escolha do autor se deu por uma maior interdisciplinaridade de aplicações dos exercícios e problemas incluídos em seu livro.

Realização das Aulas

Em cima do material escolhido, criou-se o roteiro de aulas e listas de exercícios que foram distribuídas durante o curso para os alunos. Os tópicos aplicados foram: Fundamentos de Álgebra, Função Linear e Quadrática com Aplicações, Polinômios e Funções Racionais, Gráficos de Funções, Função Exponencial e Logarítmica, Trigonometria e Funções Trigonométricas. (Para maiores detalhes do conteúdo, consultar referências bibliográficas).

Foram previstas inicialmente 26 aulas que seriam distribuídas da seguinte maneira: Duas aulas semanais com duração máxima de uma hora e meia, no período noturno da universidade. Iniciou-se o curso a partir da segunda semana de março com prazo para término na segunda semana de junho.

Para a realização do curso, contou-se com a participação e colaboração de dois professores do Departamento de Matemática e um do Departamento de Física; de alunos do grupo PET-Física e PET-Matemática da UFSCar.

Conclusões e problemáticas encontradas durante o curso

Durante o curso no 1º semestre de 1998, apesar de ter sido interrompido pela greve das universidades no mesmo período, e sem exigência formal de comparecimento de alunos para existência do curso, obteve-se uma participação média de 9 alunos por aula com presença máxima de 26 alunos e mínima de 2 alunos por aula. Esse resultado foi bastante satisfatório em relação às expectativas pois, além dos alunos do curso de Física, alunos de outros cursos como Química, Biologia, Estatística e Matemática também participaram apresentando bastante interesse pelo curso. O fator agravante para desistência de boa parte dos alunos, segundo os próprios, deu-se pela falta de tempo de dedicação devido à tarefa de cumprir os créditos obrigatórios de disciplinas no respectivo semestre letivo (1º semestre).

As dificuldades enfrentadas pelos alunos, sobre o conteúdo ministrado no curso, estiveram evidentemente presente desde o início. Boa parte dos alunos apresentou dificuldades com manipulações de expressões algébricas básicas. Na parte de funções matemáticas (Linear, Quadrática, Trigonométrica, Logarítmica e Exponencial) as dificuldades se apresentaram mais acentuadas na visualização e manipulação de gráficos.

Apesar deste trabalho não ter apresentado testes de avaliações e entrevistas, ele nos traz à tona um fato bastante conhecido por nós alunos e professores universitários que é a falta de preparo dos calouros que estão ingressando na universidade para o curso de Física. De forma mais geral, parece ser este um fato real no caso dos cursos que envolvem as ciências básicas (Física, Química, Biologia e Matemática). Segundo os professores doutores, João Sampaio (matemático) e Nelson Studart (físico), ao ministrar as disciplinas básicas, ou seja, introdutórias ao seus respectivos cursos, a falta de preparo do alunos é evidente.

Agradecimentos

Agradeço ao professores do Departamento de Matemática: João Sampaio, na orientação bibliográfica do curso e apoio ao ministrar duas aulas durante o curso; à professora Margarete T. Baptistini, tutora do grupo PET-Matemática, pelo apoio e envolvimento de seu respectivo grupo com aluno Fernando Luiz de Souza Júnior (PET-Matemática), ministrando aulas. Ao professor Nelson Studart, tutor do grupo PET-Física, pela motivação, e a todos os aluno do grupo PET-Física: Giuliano Augustus Pavan Ribeiro, Eduardo Pinto Leite, Daniela Favarão Botelho, Ricardo Luciano Rodrigues e ao aluno Norberto Helil Pasqua (aluno agregado) que participaram ativamente ao ministrar as aulas e na elaboração das listas de exercícios.

Referências Bibliográficas

1. Informativo do Perfil dos candidatos que ingressaram para Universidade Federal de São Carlos pelo vestibular da FUVEST (Fundação Universitária para o Vestibular); anos de 1995, 1996 e 1997.
2. Barros-Neto, J., *College Algebra and Trigonometry with Applications*, West Publishing Co., St. Paul, Minnesota, 1985.
3. Lial, M.L., & Miller, C.D., *Algebra and Trigonometry*, 3rd Edition, Scott, Foresman & Co., Glenview, Illinois, 1983.

PAINEL 9.2 - FILTRAGEM ESPACIAL UTILIZANDO A ÓTICA DE FOURIER

Hilton de Souza Bernabé; Jurandir Hillmann Rohling; Leandro José Raniero e Marcos Cesar Danhoni Neves
Departamento de Física, Universidade Estadual de Maringá
e-mail: pet@dfi.uem.br

INTRODUÇÃO

Atualmente o grande progresso na elaboração de sinais óticos. Permite-nos obter numerosas aplicações tecnológicas (televisão, fotografia, etc.). A característica substancial da Ótica de Fourier é aquela de estender o formalismo de sua transformada, que tantos resultados têm dado no campo da eletrônica e dos fenômenos óticos, mesmo com uma diferença substancial: enquanto nos processos elétricos o interesse está voltado fundamentalmente para o andamento dos sinais no tempo, em ótica, este interesse se volta ao estudo do modo como a informação se distribui em uma certa região do espaço em um dado instante de tempo.

METODOLOGIA

Através de procedimentos fenomenológicos baseados na utilização de fenômenos de interferência e difração (usando como fonte um pequeno laser de Hélio-Neônio e diversos objetos), substituímos o procedimento das equações de onda por raciocínios gráficos referentes à forma dessa onda, usando a transformada de Fourier, ligando o objeto à sua figura de difração ao infinito (difração a famhofer).

RESULTADOS

Após a montagem dos experimentos, iniciou-se o estudo da ligação entre a figura de difração e a imagem obtida. Analisou-se um slide contendo uma partitura musical, por esta conter simetrias horizontais (linhas do pentagrama) e verticais (colcheias, semicolcheias, etc.). Obtida a imagem desta partitura no anteparo, iniciou-se o uso de filtros espaciais (fendas reguláveis ou vidro incolor obscurecido por pincel atómico) para barrar algumas componentes da figura de difração e, posteriormente, analisar quais efeitos a

falta destas componentes(alta e baixas freqüências) iriam produzir na imagem após a sua transformação na lente.

CONCLUSÃO

Os resultados mostraram a possibilidade concreta da confecção de filtros passa-alto, passa-baixo, usando material de baixo custo para equipar laboratórios didáticos de física.

PAINEL 9.3 - EXPERIÊNCIAS PARA A PLATEIA DA AULA

Miguel Angel Gregório
IF-FIT UFRJ – Rio de Janeiro
Gregorio@if.ufrj.br

No processo de programação e concepção das chamadas Aulas Magnas, surgiu o problema de como realizar a troca de elementos didáticos sem perda da continuidade na aula. Por exemplo, o caso típico apresenta-se quando desligamos uma projeção de vídeo, ou quando no computador realizamos uma troca de aplicativo ou preparamos o inicio de uma experiência de demonstração. Na grande maioria destes eventos é possível gerar uma troca contínua e imediata de dispositivo. Entretanto existem momentos em que há necessidade de algum elemento extra, coadjuvante, relaxante e divertido, para poder cortar a aula em duas, ou mais, partes. No exercitar das A.M no IF – UFRJ, comecei a explorar a idéia de distribuir entre os alunos da plateia, certos dispositivos, pequenos e de fácil construção e baixo preço, que permitissem realizar uma experiência física entrosada com o principal assunto em pauta na aula. Os dispositivos foram planejados para que o evento tivesse uma duração máxima de 8 a 10 minutos. Podemos dizer que pela experiência recolhida, foi de alto impacto nos dois sentidos: como elemento provocador do intervalo e também de grande valor didático. No curso de Mecânica foram utilizados os seguintes “kits” de experiências de público:

- (1) Medida Do Tempo De Reação, Usando “Queda Livre”
- (2) Força De Atrito: Leis De Variação.
- (3) Força Centrípeta / Efeito Centrífugo/Regulador De Watt.
- (4) Determinação Do Centro De Massa De Um Objeto Extenso.
- (5) Centro De Massa: Forças Externas E Internas.
- (6) Comparação Dinâmica De Momentos De Inércia
- (7) Rolamento: Função Do Atrito.

Neste trabalho descrevo detalhadamente estes “kits” de experiências, sugerindo outros, fornecendo modelos e detalhes construtivos.

PAINEL 9.4 - UMA ESTRUTURA MODULAR PARA O CURSO DE FÍSICA BÁSICA

Miguel Angel Gregório
IF – FIT UFRJ – Rio de Janeiro
Gregorio@if.ufrj.br

Na ocasião de começar a implantação da reforma - curricular - metodológica do curso de Física Básica no IF - UFRJ, foi necessário compatibilizar os alcances e propostas da reforma com as disponibilidades práticas de horários, espaço físico e pessoal, com que podemos efetivamente contar.

O elemento principal da referida reforma consiste em dispor de uma aula teórico - experimental demonstrativa, complementadas de aulas de exercitação, discussão, levantamento de dados, etc.

A primeira, chamada aqui de AULA MAGNA (AM) é geral, oferecida para todos os alunos divididos em dois ou três grupos de aproximadamente 200 - 300 alunos, cada grupo. As outras aulas, chamadas agora de AULA DE FIXAÇÃO DE CONCEITO (AFC) e AULAS DE LABORATÓRIO (AL), são realizadas em grupos de no máximo, 35 alunos cada grupo, com um professor em cada grupo.

Desta forma, resulta claro que a primeira questão a ser resolvida é conseguir a sincronia destas aulas no referente ao material do conteúdo, em tanto que a segunda questão refere-se a distribuição desse material em quantidade e intensidade para completar a ementa de forma uniforme e satisfatória.

As duas questões foram resolvidas com um cronograma de estrutura modular, descrito detalhadamente no trabalho.

O módulo básico foi criado tomando-se como base um típico semestre letivo de 14 - 16 semanas, dividimos este em sete módulos de duas semanas cada uma. Cada módulo contém os seguintes elementos:

- 1) Uma aula magna AM.
- 2) Três aulas de fixação de AFC 1, AFC 2, AFC3
- 3) Duas aulas de laboratório AL 1, AL 2

cada elemento tem duração de duas horas, portanto é mantida a mesma carga horária atual dos cursos de Física e a sua associada Física Experimental de 6 horas semanais no total.

A estrutura modular resulta valiosa no aproveitamento da interface entre a teoria , a experiência, e a exercitação prática, pois concentrando em cada módulo um assunto da matéria é possível colocar aquelas partes em sintonia; isto valoriza todo o esforço docente.

Neste trabalho descrevemos: o módulo, a dinâmica do modulo e a sua aplicação específica ao curso de Física I. Será apresentada uma aula magna completa ,com material audiovisual e experiencias de demonstração.

PAINEL 9.5 - SUPERSIMETRIA EM MECÂNICA CLÁSSICA

Wendel Pires de Almeida¹, Rafael de Lima Rodrigues², Arvind Narayan Vaidya³ e José Abdalla Helayel Neto⁴

^{1,2}Departamento de Ciências Exatas e da Natureza - Centro de Formação de Professores – UFPB

³Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro

⁴Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas – CBPF

(E-mail: ¹wendel@cfp.ufpb.br, ²rafael@fisica.ufpb.br)

A supersimetria (SUSI) surgiu na década de setenta, em teorias relativísticas, sendo representada em termos de campos bosônicos e fermiônicos, em seguida, alguns pesquisadores relutaram com a grande esperança de que a mesma pudesse ser uma teoria de grande unificação das quatro interações básicas da Natureza (forte, fraca, eletromagnética e gravitacional). Mas, após muitos trabalhos realizados nesta linha de pesquisa, ainda está faltando uma constatação experimental para que a SUSI se torne uma teoria de unificação a altas energias. A SUSI é a única simetria entre bósons e fermions compatível com princípios fundamentais da teoria quântica de campos; ela é também a única extensão não-trivial possível do grupo de Poincaré (além do grupo conforme).

A Mecânica Clássica (MC) é estudada nos livros-texto em termos de coordenadas bosônicas (ordinárias) [1]. Neste trabalho, vamos introduzir os conceitos de Mecânica Clássica Supersimétrica, a qual unifica as coordenadas bosônicas (par) e fermiônicas (ímpar) em um super-espacó caracterizado pela introdução de variáveis Grassmannianas (não-mensuráveis) anticomutantes [2,3]. A SUSI N=1 não permite a introdução de um termo de potencial para uma supercoordenada comutante [4]. Para resolver este problema, introduzimos uma supercoordenada anticomutante juntamente com a comutante, de modo que obtemos termos de potenciais que caracterizam osciladores harmônicos e não-harmônicos.

Consideramos inicialmente a introdução de um parâmetro de Grassmann, o que define a SUSI N=1 no super-espacó $\Rightarrow (t; \Theta)$, $\Theta^2=0$, onde t atua como elemento par e Θ é um parâmetro real atuando como um elemento ímpar da álgebra de Grassmann. Note que $e^\Theta = 1 + \Theta$, pois $\Theta^2=0$. A supercoordenada comutante é definida como

$$\phi = \phi(t, \Theta) = q(t) + i\Theta\Psi(t) \Rightarrow \delta\phi = \epsilon Q\phi, \quad i^2 = -1, \quad \epsilon^2 = 0, \quad Q = \partial_\Theta + i\Theta\partial_t,$$

onde $\partial_\Theta = \partial/\partial_\Theta$, $\partial_t = \partial/\partial_t$ e Q é denominado supercarga ou gerador da SUSI.

Aplicando a lei de transformação (variação) infinitesimal da supercoordenada, $\delta\phi = \epsilon Q\phi$, obtemos as variações das componentes par $q(t)$ e ímpar $\Psi(t)$, a saber: $\delta q = -i\epsilon\Psi$ e $\delta\Psi = -\epsilon\phi$, onde $\phi = dq/dt$.

A SUSI possui uma característica bastante particular, pois, como o parâmetro infinitesimal anticomutante ϵ é constante, vemos que a SUSI é uma simetria global. Em geral, as simetrias locais requerem uma derivada covariante, mas devido ao fato de $\partial_\Theta\phi(t;\Theta)$ não ser uma supercoordenada, a SUSI, apesar de global, vai requerer uma derivada covariante (D_Θ) para escrevermos a super-ação de modo consistente. D_Θ é construída de modo a satisfazer a anticomutatividade com o gerador da SUSI, isto é $[D_\Theta, Q]_+ = 0$. Antes de construirmos a lagrangeana da superpartícula, introduzimos as integrais de Berezin [5] para uma variável de Grassmann Θ , $\int d\Theta\Theta = 1$, $\int d\Theta = 0$. Note que estas integrais operam como derivada.

A SUSI é uma simetria da super-ação, e que não deixa a lagrangeana invariante. Uma super-ação para a superpartícula livre pode ser escrita como uma integral dupla:

$$I = \frac{i}{2} \iint dt d\Theta (D_\Theta\phi)\phi = \frac{i}{2} \iint dt d\Theta \left\{ -i\Psi\phi - \Theta\Psi\phi - i\Theta\phi \right\} = \int dt L$$

Após integrarmos na variável Θ , obtém-se a seguinte lagrangeana da superpartícula:

$$L = \frac{1}{2}\phi^2 - \frac{i}{2}\Psi\phi,$$

onde o primeiro termo é a energia cinética associada à coordenada par e o segundo termo a energia cinética associada à coordenada ímpar, para uma partícula sem energia potencial. Analisando a SUSI N=2, denominada de supersimetria estendida e caracterizada pela introdução de duas variáveis anticomutantes, Θ_1 e Θ_2 ($\Theta_1^2 = \Theta_2^2 = 0$), podemos escrever uma super-ação em termos de uma única supercoordenada (complexa) no super-espacó [3]:

Super - espaço $\Rightarrow (\Theta, \bar{\Theta}; t)$ onde $\bar{\Theta}$ é o complexo conjugado de Θ .

$$S[\Phi] = \iiint dt d\bar{\Theta} d\Theta \left\{ \frac{1}{2}(\bar{D}\Phi)(D\Phi) - U(\Phi) \right\}, \quad D \equiv \partial_\Theta + i\bar{\Theta}\partial_t, \quad e \quad \bar{D} = -\partial_{\bar{\Theta}} - i\Theta\partial_t,$$

Esta última equação não é o complexo conjugado da derivada covariante D , a qual é construída de modo que $[D, Q]_+ = 0$. $[\bar{D}, \bar{Q}]_+ = 0$ (Q e \bar{Q} são geradores da SUSI N=2), $U(\Phi)$ é uma função polinomial da supercoordenada, que é definida por:

$$\Phi(t; \Theta, \overline{\Theta}) = q(t) + i\overline{\Theta}\psi(t) + i\Theta\overline{\psi}(t) + \Theta\overline{\Theta}A(t)$$

onde $\Psi(t)$ e $\bar{\Psi}(t)$ são as componentes (ímpares) anticomutantes, $q(t)$ é a coordenada de posição e $A(t)$ é denominada de coordenada auxiliar, já que não tem dinâmica alguma. O parâmetro complexo Θ é definido como sendo uma combinação de dois parâmetros Grassmannianos reais, ou seja, $(\Theta)=(\Theta_1+i\Theta_2)/(2)^{1/2}$, onde $i^2=-1$, e $\bar{\Theta}$ é o complexo conjugado de Θ . A dimensão de uma super-ação deve ser par.

No caso da SUSI N=1, dispondo apenas de uma supercoordenada ϕ , foi mostrado que não se permite introduzir um termo de potencial $V(\phi)$ na super-ação (S), pois levaria a uma não-invariância ($\delta S \neq 0$) e com dimensão inconsistente (ímpar) [4]. Para resolver este problema introduzimos uma supercoordenada anticomutante juntamente com a comutante e mais alguns termos de interação para SUSI N=1 gerando assim termos de potenciais na lagrangeana. Ao se impor que tenhamos um termo de oscilador harmônico simples, obtemos uma equação diferencial de segunda ordem acoplada e não-linear. A não linearidade está evidenciada devido à presença de termos de potenciais de osciladores anarmônicos q^3 , q^4 , q^5 e q^6 na lagrangeana total. Uma análise detalhada deste trabalho está sendo preparado para ser publicado em um periódico especializado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro de Formação de Professores da UFPB pelo apoio. WPA agradece a bolsa do PIBIC/CNPq/UFPB.

REFERÊNCIAS

- [1] Herbert Goldstein, Mecânica Clássica, Colección Ciéncia y Técnica-angulair, Madrid (1979); Notas de aula de QED, do Prof. João Barcelos-Neto do Instituto de Física da UFRJ, 1990; Rafael de Lima Rodrigues, Mini-Curso: Método Alternativo em Mecânica Clássica. UFPB, Fevereiro-Março de 1996.
 - [2] F. Ravndal, ELEMENTARY SUPERSYMMETRY, Departament of physics, University of Oslo, Norway(proceedings of CERN, 11-24 june 1984).
 - [3] R. de Lima Rodrigues, A. N. Vaidya – Supersimetria: da Mecânica Clássica à Mecânica Quântica – Revista Brasileira de Ensino de Física, **19**, 374, (1997).
 - [4] R. de Lima Rodrigues, João Noilton da Costa, Israel Fonseca neto e A. N. Vaidya - Mecânica Clássica Supersimétrica: Com N=1 (Trabalho a ser submetido a publicação).
 - [5] F. Berezin, The Method of Second Quantization(Academic Presse New York, 1966).

PAINEL 9.6 - TRANSPORTE DE VETORES NUM PLANO SOB INFLUÊNCIA DO CAMPO GRAVITACIONAL

Silvano Bezerra de Oliveira¹ e Valdir Bezerra Barbosa²

Universidade Federal da Paraíba-Campus I - Centro de Ciências Exatas e da Natureza

Coordenação de Pós-Graduação em Física - Departamento de Física

58.059-970, J. Pessoa, PB - C. Postal 5.008

E-mail: ¹silvanio@cfsp.uspb.br e ²valdir@fisica.uspb.br

I-Introdução

Trabalhos envolvendo variáveis de contorno tem sido publicados com o objetivo de explicitar as formas dos vetores transportados paralelamente em torno de uma curva fechada (transformações holonômicas), sob influência do campo gravitacional [1,2,9]. Neste trabalho, realizaremos a generalização dos vetores que são transportados em torno de um sistema de partículas (variáveis de contorno) para estudar a gravitação de Einstein como descrito em [1]. Usaremos a condição que o fator de fase geométrico adquirida pôr um vetor, que transportado paralelamente na presença de um conjunto de partículas pontuais, é o mesmo como que adquirida pôr este vetor quando transportado paralelamente em torno desta simples partícula.

2-Generalização do Transporte de Vetores para um Sistema de ($n-1$)-Partículas Pontuais em Repouso

Em [11], descreve todo o procedimento para um sistema de duas partículas ($n=2$) com uma destas movendo-se com uma certa velocidade \mathbf{v} . A partícula 1, em repouso na origem, e a partícula 2 localizada em \mathbf{a}_2 , movendo-se com velocidade \mathbf{v}_2 . A partícula 2 pode ser vista como uma partícula em repouso que foi impulsionada. Então, se tomarmos um vetor \bar{x}^2 o conduzirmos ao longo de um círculo em torno da partícula 2, obtemos,

$$\bar{x}^2 = a + L_U L_{\bar{U}}^{-1}(x-a), \dots \quad (1)$$

em relação ao sistema de coordenada fixo na partícula 1. Este boost corresponde a mudança da coordenada L_2 sobre esta mudança o fator de fase U transforma-se como $U L U^{-1}$. Na eq.

(1), $U_2 = \exp(-2i\beta_2 J_z)$ (com $\beta_2 = 4\pi m_2$) e L_2 é dado pôr

$$L_2 = \begin{pmatrix} \cosh \gamma_2 & 0 & \operatorname{senh} \gamma_2 \\ 0 & 1 & 0 \\ \operatorname{senh} \gamma_2 & 0 & \cosh \gamma_2 \end{pmatrix}.$$

Se transportarmos paralelamente o vetor \bar{x}^2 ao longo de um círculo, em torno da partícula 1, o vetor resultante será dado pôr

$$\bar{x}^2 = U_1 [a_2 + L_2 U_2 L_2^{-1} (x - a_2)] \dots \quad (2)$$

As equações (1) e (2) correspondem as condições dadas pôr Deser *et all*, agora entendida em termos de variáveis de contorno. Pela eq. (2) vemos que, se um vetor é transportado no campo das partículas 1 e 2, esta adquire uma fase dada pôr $U_1 L_2 U_2 L_2^{-1}$. Se considerarmos este sistema como uma simples partícula (partícula 3) que comporta-se igual ao sistema anterior, esta partícula pode ser considerada como impulsionada pôr

$$\mathcal{E}_3(\phi_3, \gamma_3) = \begin{pmatrix} c_3^2 \psi_3 + s_3^2 & -c_3 s_3 (1 - \psi_3) & c_3 \chi_3 \\ -c_3 s_3 (1 - \psi_3) & s_3^2 \psi_3 + c_3^2 & s_3 \chi_3 \\ c_3 \chi_3 & s_3 \chi_3 & \psi_3 \end{pmatrix},$$

onde $c_3 = \cos \phi_3$, $s_3 = \sin \phi_3$, $\psi_3 = \cosh \gamma_3$ e $\chi_3 = \sinh \gamma_3$. Em geral, a partícula 3 teria spin [1] a variável loop é dada pôr algum elemento do grupo de Poincaré. Dessa forma, se transportarmos um vetor x paralelo ao círculo em torno desta curva fechada cujo centro temos uma partícula rotacionando de massa m_3 , obtemos o seguinte vetor após o transporte:

$$\bar{x}^3 = \mathcal{E}_3 [a_3 + U_3 \mathcal{E}_3^{-1} (x - a_3) + c_0], \dots \quad (3)$$

onde a_3 é a distância da partícula 3 a partir da origem e o termo $\mathcal{E}_3 c_0$ está associado com o salto no tempo [1] quando a partícula desloca-se em torno do cone. Sua fase é dada pôr $\mathcal{E}_3 U_3 \mathcal{E}_3^{-1}$. Equacionando as fases geométricas adquiridas pelos vetores \bar{x}^2 e \bar{x}^3 temos,

$$U_1 L_2 U_2 L_2^{-1} = \mathcal{E}_3 U_3 \mathcal{E}_3^{-1}. \text{ Esta é uma equação fundamental e corresponde exatamente aos}$$

cálculos de Regge identidade de Bianchi usados pôr Rocěk e Williams [2] no caso de duas colisões de partículas. Tomando-se o traço de (3) obtemos uma igualdade entre loops gravitacional de Wilson para ambas as resulta em,

$$\cos \beta_3 = \cos \beta_1 \cos \beta_2 - \operatorname{sen} \beta_1 \operatorname{sen} \beta_2 \cosh \gamma_2 \dots \quad (4)$$

a qual é a mesma relação entre o déficit angular e a velocidade obtida pôr Deser *et al* e também pôr Rocěk e Williams.

Generalizando para um sistema de n -partículas, as quais ($n-1$)-partículas estão em repouso. O vetor transportado em torno da n -ésima partícula, que possui velocidade v_n , será dada pôr,

$$\bar{x}^n = a_n + L_n U_n L_n^{-1} (x - a_n) \dots \quad (5)$$

Na eq. (5), $U_n = \exp(-2i\beta_n J_z)$, (com $\beta_n = 4\pi m_n$) e L_n é dado pôr,

$$L_n = \begin{pmatrix} \cosh \gamma_n & 0 & \operatorname{senh} \gamma_n \\ 0 & 1 & 0 \\ \operatorname{senh} \gamma_n & 0 & \cosh \gamma_n \end{pmatrix},$$

onde γ_n está o parâmetro de impulso e tal que $|v_n| = \tanh \gamma_n$. Se transportarmos paralelamente o vetor \bar{x}^n em torno das ($n-1$)-partículas, o vetor resultante obtido é expresso pôr

$$\bar{x}^n = U_1 U_2 \dots U_n [a_n + L_n U_n L_n^{-1} (x - a_n)], \dots \quad (6)$$

o fator de fase adquirido, associado com o déficit angular é dado pôr $U_1 U_2 \dots U_n L_n U_n L_n^{-1}$. Considerando o sistema de n -partículas como uma simples partícula (partícula $x^{(n+1)}$), o vetor transportado em torno desta partícula é dado pôr

$$\bar{x}^{(n+1)} = \mathcal{E}_{n+1} [a_{n+1} + U_{n+1} \mathcal{E}_{n+1}^{-1} (x - a_{n+1}) + c_{n+2}], \dots \quad (7)$$

cuja fase é expressa pôr $\mathcal{E}_{n+1} U_{n+1} \mathcal{E}_{n+1}^{-1}$, onde \mathcal{E}_{n+1} é dado pôr,

$$\mathcal{E}_{n+1}(\phi_{n+1}, \gamma_{n+1}) = \begin{pmatrix} c_{n+1}^2 \psi_{n+1} + s_{n+1}^2 & -c_{n+1} s_{n+1} (1 - \psi_{n+1}) & c_{n+1} \chi_{n+1} \\ -c_{n+1} s_{n+1} (1 - \psi_{n+1}) & s_{n+1}^2 \psi_{n+1} + c_{n+1}^2 & s_{n+1} \chi_{n+1} \\ c_{n+1} \chi_{n+1} & s_{n+1} \chi_{n+1} & \psi_{n+1} \end{pmatrix}$$

onde $c_{n+1} = \cos \phi_{n+1}$, $s_{n+1} = \sin \phi_{n+1}$, $\psi_{n+1} = \cosh \gamma_{n+1}$ e $\chi_{n+1} = \sinh \gamma_{n+1}$.

Equacionando as fases geométricas adquiridas pelos vetores x^n e $x^{(n+1)}$, teremos,
 $U_1 U_2 \dots U_n L_n U_n L_n^{-1} = L_{n+1} U_{n+1} L_{n+1}^{-1}$(8)

Tomando os traços da eq. (6), obtemos,

$$\cos\beta_{n+1} = \cos(\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_{n-1}) \cos\beta_n - \sin(\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_{n-1}) \sin\beta_n \cosh\gamma_n \dots \quad (9)$$

Se considerarmos um sistema onde $(n-1)$ -partículas estão em movimento e apenas uma

fato, para esta situação, viríamos estas $(n-1)$ -partículas como sendo uma simples partícula, e ai voltariamos ao caso da eq.(1), obtendo uma equação análoga a eq. (4).

3-Conclusão

A generalização do transporte de vetores em torno de um sistema de n -partículas torna-se possível, bem como as fases adquiridas pôr esses vetores, as quais são afetadas apenas pelas partículas no interior da curva. Estamos estudando esse modelo para partículas com momento angular e analisando um sistema envolvendo cordas cósmicas.

4-Referência

- 1- Deser, S., Jackiw, R. e 't Hooft, G., *Ann. Phys.*, NY 152 220, 1984.
 - 2- Rocák, M. e Williams, R. M., *Class. Quantum Grav.*, 2 701.
 - 3- Regge, T., *Nuovo Cimento*, 19 558, 1961.
 - 4- Vilenkin, A., *Phys. Rev. D*, 23 852, 1981.
 - 5- Mandelstam, S., *Ann. Phys.*, NY 19 25, 1968, *Phys. Rev.*, 175 1604.
 - 6- Yang, C., M., *Phys. Rev. Lett.*, 33 445, 1974.
 - 7- Bollini, C., G., Giambiagi J., J., e Tommo, J., *Nuovo Cimento*, 31 13, 1981.
 - 8- Wu, T., T., e Yang, C., N., *Phys. Rev. D*, 12 3845, 1975.
 - 9- Bezerra, V., B., *Phys. Rev. D*, 34 3288, 1987, *Annals of Physics*, V. 34, No. 2, November 1, 1990, *Class. Quantum Grav.*, 5 1065-1072, 1988.
 - 10- Hiscock, W., A., *Phys. Rev. D*, 31 3288, 1985, Gott, J., R., III, *Astrophys. J.*, 288 422, 1985.

PAINEL 9.7 - TRANSFORMAÇÃO DE DARBOUX NA MECÂNICA QUÂNTICA

Uberlandio Batista Severo¹, Silvano Bezerra de Oliveira² e Rafael de Lima Rodrigues³

^{1,3}Universidade Federal da Paraíba, Centro de Formação de Professores, Departamento de Ciências Exatas e da Natureza, Campus V. Cajazeiras-PB, E-mail: utherland@openline.com.br

²Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Departamento de Física, Coordenação de Pós-Graduação em Física, Campus I, João Pessoa-PB, E-mail: soh@pqte.ppp.br

1. A TRANSFORMAÇÃO DE DARBOUX

A Transformação de Darboux [1] é utilizada para fazer a conexão entre duas equações tipo-Schrödinger fornecendo um novo potencial. A técnica de Darboux foi usada pela primeira vez em 1882, para equações diferenciais clássicas. Ainda hoje é comum se falar que somente alguns potenciais são solúveis exatamente em mecânica quântica não-relativística [7], tanto em sistemas unidimensionais como em sistemas tridimensionais. Isso ocorre também em mecânica relativística. Neste trabalho, a nossa meta é analisar essa questão somente no contexto da mecânica quântica não-relativística, cuja dinâmica do estado quântico é governada pela equação de Schrödinger. Recentemente, tem sido aplicado a técnica de Supersimetria em Mecânica Quântica para se construir novos potenciais isoespectrais [6].

O nosso método consiste em efetivar duas transformações de Darboux sucessivas para ampliar a classe de potenciais unidimensionais que levam a soluções exatas da equação de Schrödinger.

Considere uma equação de Schrödinger independente do tempo unidimensional:

$$H_1 \psi_1(x) \equiv \psi_1''(x) + V_1(x) \psi_1(x) = E \psi_1(x) \quad (1)$$

onde as linhas significam derivadas de segunda ordem em relação a x.

A Transformação de Darboux relaciona a solução desta equação tipo-Schrödinger com a solução de outra equação tipo-Schrödinger com um novo potencial e o mesmo autovalor de energia E_1 , a saber:

$$H_2\psi_2 \equiv \psi_2''(x) + V_2(x)\psi_2(x) = E_1\psi_2(x),$$

com

$$V_2(x) = V_1(x) - [\ln \psi_{1,n}(x)]^n \quad (2)$$

onde $\psi_{lp}(x)$ é uma solução particular de (1). A nova equação de Schrödinger (2) tem as seguintes

$$\psi_{\alpha}(x) \equiv \psi_{\alpha}^{-1}(x) - [\ln \psi_{\alpha}(x)]' \psi_{\alpha}(x) \quad (3)$$

autofusões:

para toda solução de H_1 diferente de $\psi_{1p}(x)$ (correspondente a primeira transformação de Darboux), e (correspondente a segunda transformação de Darboux).

Para demonstrarmos este teorema, multiplicamos as equações (3) e (4) por $\psi_{1p}(x)$, e em seguida, derivamos ambas as equações resultantes, obtendo, respectivamente, a primeira e segunda transformações de

$$\psi_2(x) = \frac{1}{\psi_{1p}(x)} \int_{-\infty}^x [\psi_{1p}(s)]^{-2} ds \quad (4)$$

Darboux.

2. OSCILADOR COM BARREIRA DE POTENCIAL

O oscilador harmônico unidimensional adicionado de uma barreira de potencial g/x^2 é descrito em termos do seguinte hamiltoniano

$$H_{ob} = \frac{1}{2} \left(-\frac{d^2}{dx^2} + x^2 + \frac{g}{x^2} \right),$$

onde g é uma constante real. Os n -ésimos estados excitados são bem conhecidos, cujos autovalores de energia

$$E_{ob}^{(m)} = \lambda + \frac{3}{2} + 2m, \quad m = 0, 1, 2, \dots$$

estão associados às seguintes autofunções de energia:

onde C é a constante de normalização, N é o número quântico principal e $L_{m=1/2(N-\lambda)}^{\lambda+1}(x)$ representam os polinômios associados de Laguerre.

Agora consideraremos uma segunda transformação de Darboux generalizada, a qual é baseada na seguinte

$$\begin{aligned} \psi_{ob}^{(m)}(x) &= C x^{\lambda+1} e^{-\frac{1}{2}x^2} L_{m=1/2(N-\lambda)}^{\lambda+1}(x), \\ \psi_{2p}(x) &= \frac{1}{\psi_{1p}(x)} \left\{ 1 + \alpha \int_{-\infty}^x [\psi_{1p}(s)]^{-2} ds \right\} \end{aligned}$$

solução geral de H_2

onde α é uma constante e $\psi_{2p}(x)$ é uma solução particular de H_2 . Um novo hamiltoniano com o seguinte potencial:

é isoespectral com o hamiltoniano original. De acordo com o teorema de Darboux, esse novo hamiltoniano tem uma solução geral dada por:

para toda solução de H_1 diferente de $\psi_{1p}(x)$.

$$\begin{aligned} \overline{V}_1(x) &= V_2(x) - (\ln \psi_{2p}(x))'' \\ \overline{\psi}_1(x) &= \psi_2'(x) - (\ln \psi_{2p}(x))' \psi_2(x), \end{aligned}$$

Como aplicação considere a seguinte solução particular da equação de Schrödinger para o oscilador com barreira:

$$\psi_{2p} = \psi_{ob}^{(0)}(x) = C_0 x^{\lambda+1} e^{-\frac{1}{2}x^2}.$$

Portanto, uma nova classe de potenciais isoespectrais com H_{ob} , toma a seguinte forma:

$$\overline{V}_1(x) = \frac{1}{2} x^2 + \frac{g}{x^2} - 2 \frac{d^2}{dx^2} \ln \xi(x),$$

onde

$$\xi(x) = 1 - \alpha \cdot C_0^2 \int_{-\infty}^x y^{2(\lambda+1)} e^{-y^2} dy.$$

Note que no limite quando α tende a zero, obtemos o potencial original.

3. CONCLUSÃO

Aplicamos a transformação de Darboux para o sistema quântico unidimensional constituído de um oscilador harmônico simples adicionado de uma barreira de potencial. Usando duas transformações de Darboux construímos uma nova classe de potenciais unidimensionais que são isoespectrais com o espectro de energia do oscilador quântico unidimensional com barreira de potencial. Vale salientar, que este método também pode ser aplicado a sistemas quânticos tridimensionais.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] G. Darboux, *C. R. Acad. Sci. (Paris)* **94**, 1456 (1882);
- [2] W. M. Zheng, *J. Math. Phys.* **25**, 88 (1984);
- [3] C. Sukumar, *J. Phys. A: Math. Gen.* **18**, 157 (1985);
- [4] C. Sukumar, *J. Phys. A: Math. Gen.* **18**, 2917 (1985);
- [5] M. N. Nieto, *Phys. Lett.* **B145** 208 (1984); C. V. Sukumar, *J. Phys. A: Math. Gen.* **18**, 2917 (1985);
- [6] R. de Lima Rodrigues, *Mod. Phys. Lett.* **10A**, 1309, (1995);
- [7] R. de Lima Rodrigues, **Mecânica Quântica na Descrição de Schrödinger**, Revista Brasileira de Ensino e Física, março/97;
- [8] M. Luban e D.L. Pursey, *Phys. Rev.* **D33**, 431 (1986).

PAINEL 9.8 - A VISÃO DOS LICENCIANDOS ACERCA DA LICENCIATURA EM FÍSICA DA UNESP/C. Bauru

Aparecida Valquíria Pereira da Silva¹ e Francisco de Paula da Silva Mariano²

¹Dep. Física- Fac. de Ciências-UNESP/ C.Bauru

²Bolsista PAE/ Dep. de Física – Fac. de Ciências - UNESP/ C.Bauru

Financiamento: CAPES/PADCT/SPEC

1. Introdução

Buscando subsidiar o processo de revisão do projeto pedagógico do curso de Licenciatura em Física da UNESP (Bauru), o Conselho de Curso vem implementando o projeto “ A licenciatura em Física da UNESP (Bauru) num processo de rever e ampliar sua ação” financiado pela CAPES/PADCT/SPEC.

No projeto a avaliação do curso compreende: a) a avaliação das disciplinas pelo discentes e docentes, b) a avaliação do curso pelos licenciandos e c) a avaliação do curso pelo egressos (Follow-up), cujos resultados e análises devem compor os subsídios que orientem a discussão para a revisão pretendida. O presente estudo descreve, apenas a parcela da avaliação do curso realizada pelos licenciandos.

2. Objetivos

A avaliação do curso pelos licenciandos buscou dados para subsidiar a reestruturação do curso visando: uma melhor adequação ao perfil dos alunos matriculados, maior integração das disciplinas e a avaliação do projeto pedagógico que orienta o atual curso.

3. Metodologia

3.1 Participantes

Participaram dessa etapa da avaliação doze (12) alunos que cursavam o último ano em 1997.

3.2. Procedimentos e instrumentos de coleta de dados

O instrumento utilizado consistiu num questionário contendo questões abertas e fechadas, adaptado a partir do instrumento desenvolvido por Tancredi (1995), organizado de maneira a obter dados acerca do perfil do aluno concluinte do curso, da avaliação do curso pelos concluintes, da avaliação da universidade e as expectativas existentes após a conclusão do curso.

O questionário foi respondido individualmente num período de três horas, marcado com antecedência com todos os discentes, quando foram apresentados os objetivos pretendidos.

3.3. Tratamento dos dados

Os questionários respondidos foram previamente analisados para definir quais respostas constituiriam dados quantitativos e quais os dados qualitativos. Para o tratamento dos dados quantitativos foram utilizados

procedimentos estatísticos, a opção foi após a ordenação dos dados, numa série ordenada de valores, classificá-los em uma distribuições de freqüência relativas e absolutas(sem qualificativo).

Os tratamento dos dados qualitativos oriundos de questões abertas foi realizados nas etapas:

- a) Leitura das respostas de todos os questionários, sem a anotação de qualquer resposta (pré-análise);
- b) Leitura sistematizada das respostas:
- b₁) Reunião das respostas dos alunos por questão;
- b₂) Reunião das respostas dos alunos por grupos de questões;
- c) Estabelecimento de categorias de análise:
- c₁) Definição provisória de categorias gerais de análise (a partir do questionário ou reformulação a partir das respostas);
- c₂) Representação dos dados em quadros ou tabelas utilizando as expressões ou palavras chave que expressem as opiniões dos respondentes;
- c₃) Refinamento das categorias gerais de análise;
- d) Elaboração de quadros sínteses que caracterizem a avaliação dos discentes acerca da licenciatura em Física.

4. Análise dos dados

4.1. Caracterização dos licenciandos em Física

A maioria dos licenciandos é do sexo masculino (72,8%), exerce atividade remunerada para sustentar-se (90%) e moram sozinhos em repúblicas ou residências (64%). A maioria dos licenciandos que trabalham tem faixa salarial correspondente ao intervalo entre R\$ 400,00 e R\$ 600,00.

Os dados acima permitem afirmar que a opção pelo curso noturno é realizada pôr alunos trabalhadores, oriundos de famílias de baixa renda responsáveis pelo seu sustento, o que indica a pouca disponibilidade de tempo desses alunos para a realização de atividades extra-classe e mesmo para o estudo, uma vez que a maioria exerce atividades que ocupam 8 horas diárias.

Cerca de 50% desses alunos já foram bolsistas em algum momento do curso, sendo que a minoria desenvolveu atividades de iniciação científica.

Dos doze alunos que responderam ao questionário, apenas 5 estão concluindo o curso em 4 anos, ou seja conseguiram realizar o percurso curricular proposto no tempo médio correspondente. Se considerarmos que ingressam 20 alunos a cada concurso vestibular, é possível notar que tal percurso proposto foi realizado por apenas 25% dos ingressantes.

Considerando o perfil caracterizado pela exiguidade de disponibilidade de tempo caberia questionar a adequação da proposta de 4 anos e propor alternativas que aumentassem o tempo de percurso criando espaços para o estudo, a realização de atividades extracurriculares e de iniciação à pesquisa no período noturno. Outra alternativa é o aumento das bolsas de auxílio aos alunos carentes, como o Programa de Apoio ao Estudante, para aqueles cursos noturnos em que os alunos se caracterizam como de baixa renda, como meio de remediar a injusta situação dos alunos trabalhadores que são duplamente penalizados: cansados do trabalho têm seu desempenho prejudicado e seu percurso curricular empobrecido pela inviabilidade de realizar outras atividades universitárias que não aquelas inerentes às disciplinas.

4.2. Expectativas dos licenciandos em relação ao curso e ao exercício profissional

Em relação ao ingresso no curso, cerca de 82% indicou a Licenciatura em Física como primeira opção, sendo que para 90% dos respondentes este é o único curso universitário que realizaram. Quanto à expectativa profissional para a formação oferecida, 55% pretendiam no início do curso, exercer o magistério.

As respostas relacionadas à expectativa profissional imediatamente após a conclusão do curso apontam que 63,6 % dos respondentes não pretendem exercer o magistério imediatamente após o término do curso, uma vez que desse total 57,6% pretendem cursar pós-graduação e o restante pretendem exercer outra atividade. Somente 28% dos respondentes pretendem exercer o magistério imediatamente após a conclusão do curso.

Embora os aspectos anteriores pareçam inicialmente contraditórios, uma vez que ao término do curso diminuiu a expectativa de exercer o magistério, a análise das questões abertas relacionadas às expectativas do egresso aponta que cerca de 30% dos concluintes pretende exercer o magistério no ensino superior e continuar a aprofundar seu conhecimento em uma área de especificidade. Ou seja a experiência possibilitada pelo currículo desenvolvido ao longo do curso de Licenciatura, não pode ser a única a considerar para descrever a expectativa de exercício profissional ao final do curso, uma vez que a maioria dos licenciandos exerce ou exerceu em algum momento o magistério no ensino médio e vivenciou a realidade do docente de Física neste nível de ensino (poucas aulas, salário indigno e precárias condições de trabalho).

Ao mesmo tempo é preciso refletir acerca projeto pedagógico que é realmente desenvolvido ao longo do curso, revelado nesta contradição, pois o curso tem explicitado como principal objetivo: a formação do professor de Física para o ensino médio, dando-lhe condições de continuar a formação.

4.3. Avaliação do curso

Ao avaliar o curso como um todo, a maioria dos licenciandos (75%) consideraram o curso como regular e o restante como um bom.

Neste relato serão apresentadas as principais categorias levantadas a partir das respostas dos licenciandos em relação: à estrutura curricular do curso, à questão teoria X prática, à prática pedagógica desenvolvida em sala de aula e à avaliação.

A estrutura curricular foi apontado como uma das dificuldades a enfrentar no percurso curricular, uma vez que as disciplinas mostram-se estanques impedindo muitas vezes a compreensão das relações entre os diferentes conteúdos desenvolvidos, especialmente entre aquelas que instrumentalizam os discentes como o Cálculo Diferencial e Integral, desenvolvidas como um fim em si mesmas, sem quaisquer tentativas de estabelecer as possíveis relações com os conhecimentos da área de Física. Essa fragmentação também foi apontada em relação às disciplinas cujos conteúdos são aqueles da área de Física e as disciplinas de caráter pedagógico, assim no decorrer dos três primeiros semestres a questão do ensino permanece intocada, para ser desenvolvida a partir do início das disciplinas pedagógicas.

Outra dificuldade apontada refere-se à desarticulação entre teoria e prática explicitada na configuração curricular através de disciplinas agrupadas de maneira estanque em áreas de conteúdo específico e de conteúdo pedagógico, o que representa sério obstáculo para a formação e, que não privilégio desta proposta curricular como descrevem os estudos de Silva (1989) e Carvalho (1992).

A elevada carga horária prevista na grade curricular, associada à pequena disponibilidade de tempo dos discentes, já descritas, apresenta-se como um sério obstáculo a vencer, uma vez que conduz à reprovações que dificultam ainda mais o percurso curricular.

Em relação à prática pedagógica desenvolvida, os discentes são unâmes em afirmar o despreparo da maioria dos docentes, do conjunto de disciplinas de conteúdo específico, para a atividade pedagógica, uma vez que a aula expositiva, seguida de longa listas de problemas a resolver como atividade proposta para os alunos, parece ser o procedimento mais comumente utilizado, com ênfase na transmissão do conteúdo.

Ao mesmo tempo destacam inúmeros aspectos positivos na relação professor-aluno estabelecida entre os docentes do Departamento de Física e os alunos do curso, descritos como sendo entre outros: a disponibilidade no atendimento aos alunos, a busca conjunta de alternativas para dirimir dificuldades, o interesse em promover o desenvolvimento de habilidades e a aprendizagem.

Dentre as dificuldades enfrentadas ao longo do curso, muitas se apresentam ainda no primeiro ano, uma vez que na visão dos discentes, eles “não estavam preparados para enfrentar as disciplinas”. Essa dificuldade parece estar relacionada à inadequação das disciplinas às reais habilidades presentes nos ingressantes e, também atualmente a seleção negativa para os cursos de Licenciatura, como apontam os estudos de Carvalho (Op. Cit.) e Barros (1992) como consequência da desvalorização profissional do professor e dos cursos de licenciatura apontando.

O estudo de Tancredi (1995), cujo foco é a avaliação da formação dos licenciados na área de Ciências e Matemática da UFSCar (que inclui a Licenciatura em Física), reafirma os resultados anteriores e apresenta até mesmo as consequências dessa desvalorização nas salas de aula das disciplinas de conteúdo específico, em que é possível “perceber o preconceito a respeito da capacidade intelectual dos alunos e da profissão escolhida (p.433)”.

Um último aspecto a relatar neste estudo está ligado à avaliação, que segundo os discentes ainda tem caráter classificatório, sendo representada por provas escritas contendo inúmeros problemas, nas quais são valorizadas fórmulas e resoluções que exigem instrumental matemático sofisticado, em detrimento do “pensar e raciocinar” e mesmo de outros instrumentos de avaliação.

5. Considerações finais

A análise dos dados apontaram para a organização da estrutura curricular (linear e de disciplinas justapostas), em que o estudo da teoria antecede a realização de atividades práticas relativas à docência, como um dos obstáculos para a vivência da relação teoria X prática como dimensões de um mesmo saber.

Uma característica enfatizada pelos licenciandos em relação à organização curricular existente, é a de que tal organização não contempla a multidimensionalidade do processo de formação do docente de Física em seus aspectos científicos, pedagógicos e políticos, uma vez que prioriza os aspectos relativos ao conhecimento específico da área de Física.

Embora afirmem ter adquirido conhecimentos de cunho específico e pedagógico sobre o que e o como ensinar, tais conhecimentos e habilidades ainda não são considerados como adequados e suficientes para atender às mudanças percebidas na sociedade moderna e às necessidades atuais dos educandos e da mesma sociedade, delas decorrentes.

6. Bibliografia

1. ABD-EL-KHALICK, F. & BOUJAOUDE, S. An exploratory study of the knowledge base for science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*. 34, 7, 1997, p. 673-699.
2. ABIB, M. L. V. Em busca de uma nova formação de professores. *Ciência & Educação*. 1996. Bauru, n.3,p. 60- 72.

3. ANDERSON, C. The role of education in the academic disciplines in teacher preparation. Paper presented at Rutgers Invitacional Symposium on Education: The Graduate Preparation of Teachers, May/ 1987, New Brunswick, NJ.
4. BARROS, S. de S. & ELIA, M. F. Physics teachers' attitudes: how do they affect the reality of the classroom and models for change? In: TIBERGHIEN, A.; JOSSEM, E. L. & BAROJAS (Ed.) Connecting Research in Physics Education with Teacher Education. ICPE/BOOKS, 1998.
5. BOGDAN, R.C. & BIKLEN,S.K. Qualitative research for education: An introduction to theory and methods. 1992, Boston . Allyn and Bacon.
6. CARVALHO, A M. P. de; VIANNA, D. A quem cabe a Licenciatura . Ciência e Cultura, 40 (2), 1988, p. 143-147.
7. CARVALHO, A M. P. de. Reformas nas licenciaturas: a necessidade de uma mudança de paradigma mais do que de mudança curricular. Em Aberto. 12 (54) 1992, p. 51-63.
8. CARVALHO, A M. P. de & GIL-PÉREZ, D. Formação de professores de Ciências. São Paulo, 1993., Ed, Cortez.
9. DINIZ, R.E.S. Concepções e práticas pedagógicas do professor de Ciências. In: Nardi, R. (org.) Ciência Contemporânea e Ensino: Novos Aspectos. Série Ciência & Educação, v. 2, UNESP, Campus de Bauru, 1996.
10. NÓVOA, A. (coord.) Os professores e sua formação. 1992. Lisboa. Dom Quixote.
11. REALI, A. M. R. & MIZUKAMI, M. G. N. (Orgs.) Formação de Professores - Tendências atuais. 1996. São Carlos. EDUFSCar.
12. SILVA, A. V. P. da . Os problemas e perspectivas do Ensino de Física no município de Bauru (SP). 1989, São Paulo, Dissertação de mestrado. Instituto de Física/ Faculdade de Educação ,Univ. de São Paulo.
13. SILVA, A. V. P. da. A construção do saber docente no ensino de Ciências para as séries iniciais do primeiro grau. Ciências & Educação. (Bauru), n.3 ,p. 73 –84, 1996.
14. SILVA, A. V. P. da & NARDI, R. ; Prática de Ensino e Instrumentação para o Ensino de Física: uma tentativa de ação integrada. In: XI Simpósio Nacional de Ensino de Física. 1995, Niterói. Atas ... Niterói , 1995. p. 249.
15. SILVA, A. V. P. da, GRANDINI, C. R. e RUIZ, L. S. R. O Projeto Pedagógico do curso de Licenciatura em Física da UNESP/Bauru. In: XI Simpósio Nacional de Ensino de Física. 1995, Niterói. Atas ...Niterói , 1995. p. 297.
16. TANCREDI, R.M.S.P. A formação do professor nos cursos de licenciatura da área de Ciências na UFSCar: uma análise da questão sob a ótica dos licenciandos. 1995. São Carlos. Universidade Federal de São Carlos, Tese de Doutorado.
17. VILLANI, A. Reflexões sobre o ensino de Física no Brasil: práticas, conteúdos e pressupostos. Revista de Ensino de Física, vol. 6, nº 2. Dez/1984.

PAINEL 9.9 - REFLEXÃO SOBRE UMA AVALIAÇÃO: O ENSINO EXPERIMENTAL DA GRADUAÇÃO EM FÍSICA

Lucia da Cruz de Almeida¹ e Rosana Therezinha Queiroz de Oliveira²

¹UFF – Instituto de Física, Av. Gal. Milton Tavares de Souza, s/n, RJ, 24210-340, E-mail: lucia@if.uff.br

²UFF – Pró-Reitoria de Assuntos Acadêmicos, R. Miguel de Frias, 09, 2º andar, RJ, 24220-000

1. Introdução:

O tema avaliação tem sido enfatizado por diversos segmentos da sociedade contemporânea. Em termos da educação nacional, particularmente a superior, este assunto passou a ser revigorado em fins da década de 80. Retomando os Fóruns Nacionais de Pró-Reitores de Graduação das Universidades Brasileiras, pode-se observar através da análise de documentos que estes encontros se constituíram como marcos históricos para o processo de avaliação do ensino superior.

O Ministério da Educação e do Desporto/MEC, colocando-se como parceiro dos Pró-Reitores de Graduação das Universidades, apoiou o processo de avaliação nas IES, criando o Programa de Avaliação Institucional das Universidades Brasileiras/PAIUB. Em seu **Documento Básico: uma proposta nacional**, apresenta os princípios, os objetivos, as características, o desenvolvimento, os indicadores do programa. A Universidade Federal Fluminense/UFF passou, então, a integrar o PAIUB, tendo seu projeto: “Proposta de Avaliação para os Cursos de Graduação da UFF” aprovado pelo programa em 1993. Ficando a cargo da Pró-Reitoria de Assuntos Acadêmicos, por intermédio de sua Subcoordenadoria de Acompanhamento e Avaliação o desenvolvimento deste projeto.

O Curso de Graduação em Física, segundo curso da UFF a aderir ao processo, teve suas atividades avaliadas no período de 1994 a 1995, numa metodologia fundamentada na avaliação iluminativa (Parlett, M. & Hamilton, D., 1972) onde foram coletados dados quantitativos e qualitativos e todo o processo foi realizado de forma participativa.

Dentre as sugestões coletadas, destacava-se, naquela ocasião, a necessidade de “um estudo sobre o funcionamento dos Laboratórios Didáticos”, devido a sua importância para o currículo e, de maneira a permitir permanente atualização de conteúdos e metodologias, principalmente na sua abordagem experimental.

Dessa forma, buscou-se neste trabalho refletir/verificar o impacto do processo de avaliação do curso de graduação em Física da UFF, no período de 1994 a 1995, no que diz respeito as disciplinas com abordagem experimental.

2. Metodologia:

A metodologia utilizada foi a de estudo de caso, por ser apropriada a investigações de pequena escala, com limitação de tempo, espaço e recursos, porém de especulação profunda.

Além de proporcionar uma análise qualitativa; possibilitando que fatos novos surgissem apesar dos pressupostos teóricos iniciais; utilizar fontes de informações variadas e permitir o pluralismo de idéias em torno de uma questão (Santos, M. S., 1993). O modelo avaliativo adotado, combina perspectivas de avaliação próprias ao contexto (Stark, J. S., 1998), de maneira participativa, levantando dados qualitativos e quantitativos.

Foram utilizados questionários e entrevistas que envolveram professores e alunos do ensino experimental do ciclo básico e do profissional. Os questionários aplicados aos professores e alunos continham as mesmas questões, a saber: Avalie o Laboratório Didático do Curso de Graduação em Física da UFF, nos seguinte aspectos: tamanho; ventilação; iluminação; quantidade de mobiliário adequado; quantidade de material de consumo; funcionalidade dos equipamentos; manutenção dos equipamentos e aparelhos; reposição dos equipamentos e aparelhos; atualização dos equipamentos e aparelhos; disponibilidade para uso; contribuição para a formação profissional; relação entre as aulas teórica e prática; relevância dos conteúdos; atualidade técnico-científica dos conteúdos; contribuição para definição de futura área profissional.

O acesso aos professores e alunos deu-se a partir de reuniões com a Coordenação do Curso, onde foram discutidas as estratégias do estudo e a elaboração dos questionários e entrevistas. O levantamento de dados atingiu 100% dos professores e 74% dos alunos vinculados as 9 disciplinas (teórico-práticas: Física Geral e Experimental XI, XII, XIII e XIV; práticas: Laboratório de Física Moderna III, Laboratório Profissional I e II, Instrumentação para o Ensino da Física III e IV) oferecidas no 1º semestre letivo de 1998. Paralelamente à aplicação dos questionários foram feitas entrevistas com 3 professores, sendo 1 do ciclo básico, outro do ciclo profissional é o Coordenador do Laboratório Didático e, 2 alunos, 1 do ciclo básico e outro do profissional. As questões eram do tipo semi-estruturadas (Borg, N. R. & Gall, M. B., 1979), e procuravam aprofundar os temas do questionários, compreendendo: impressão sobre o ensino experimental; pontos altos do ensino experimental; principais problemas; preparação para ingressar na vida profissional e sugestões para reformulação do ensino experimental. As entrevista foram gravadas e de caráter anônimo, as mesmas foram transcritas e resumidas por temas e por grupos consultados, garantindo o anonimato dos entrevistados, assegurando os princípios éticos no processo de entrevista e estabelecendo uma relação de confiança com os participantes, construindo, assim, a legitimidade dos dados. Os dados levantados a partir dos questionários foram organizados e submetidos a tratamento estatístico, tendo sido utilizado planilhas eletrônicas em microcomputador.

3. Resultados:

Os resultados apontam uma satisfação dos participantes em relação ao funcionamento do Laboratório Didático, onde são citadas como melhorias ocorridas nestes últimos três anos: a mudança do prédio do Instituto de Física/UFF para novas instalações onde os problemas de infra-estrutura física foram superados; a significativa modernização dos equipamentos e aparelhos; os benefícios que o Laboratório Didático tem trazido para a formação profissional dos estudantes. A boa qualidade do ensino experimental e a consequente melhoria do funcionamento do Laboratório Didático tem como suporte diversos aspectos, dentre eles, a imperceptível dicotomia teoria-prática; a desmitificação da ciência; a relevância dos conteúdos para a formação dos licenciandos e bacharelados; a contribuição para futura de atuação profissional e a atualidade técnico-científica dos conteúdos. Dentre os itens mercedores de maior atenção, três deles estão associados diretamente às questões orçamentária e político-financeira, ou seja: **quantidade de mobiliário adequado; quantidade de material de consumo; manutenção e reposição dos equipamentos.** A superação dos demais problemas encontrados com este estudo vai depender, exclusivamente, da política de ensino do Departamento de Física, de forma que esforços sejam direcionados para: **melhor planejamento das disciplinas com atividades experimentais; maior envolvimento de professores na elaboração de novas atividades e modernização do Laboratório Didático, reformulação do tipo de avaliação realizada nas disciplinas práticas e teórico-práticas.**

4. Conclusão:

A proposta do estudo foi muito bem recebida por todos os professores e alunos, que se demonstraram sempre prontos a colaborar e a fornecer as informações e documentos necessários para o desenvolvimento da

pesquisa. Esta postura foi de encontro a proposta metodológica de realizar uma avaliação participativa e contextual, possibilitando uma coleta de dados direta (Lawrence, J. H., e outros, 1997), por meio de entrevista e observação ocasional (Vianna, H. M., 1997) e indireta por meio de questionários. A Coordenação do Curso demonstrou especial interesse na possibilidade de poder visualizar, neste momento, o impacto das melhorias efetuadas no Laboratório Didático, responsável pelo ensino experimental de Física, tendo em vista os esforços realizados nos últimos 3 anos e, realizar, assim, adaptações a partir de novas necessidades do contexto para as quais estas melhorias foram desenvolvidas. A avaliação anterior resultou em tomada de decisão para um salto qualitativo do funcionamento do Laboratório Didático na formação do aluno de graduação em Física. Porém, de acordo com o resultado apresentado pelo grupo de professores neste estudo, o estágio atual é considerado com uma primeira etapa do que se considera um Laboratório Didático ideal para a graduação em Física. As reflexões que este estudo pode proporcionar caracterizam, na verdade, a avaliação como um processo que leva a ampliação do senso crítico daqueles que dela participam, assumindo, assim, seu verdadeiro caráter pedagógico de crescimento e reflexão.

Referências Bibliográficas

1. BORG, N. R. & GALL, M. B. *Educational Research: An Introduction*. New York, Lorgman, 1979.
2. LAWRENCE, J. H., GATTI, B. A. e WALTMAN, J. *Avaliação de Disciplinas*. Cátedra Unesco de Educação a Distância da UnB, Brasília, 1997.
3. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO. Secretaria de Educação Superior. *Avaliação da Universidades Brasileiras. Documento Básico: uma proposta nacional*. Comissão Nacional de Avaliação, 1993.
4. PARLETT, M. & HAMILTON, D. *Evalution as Illuminations a New Approach to the Study of Innovative Programs*. Centre for Research in the Educational Science, University of Edinburgh. Ocassional Paper, october, 1972.
5. SANTOS, M. S. *A Metodologia de Resolução de Problemas como Atividade de Investigação: um instrumento de mudança didática*. Tese de Doutorado. USP. São Paulo, 1993.
6. STARK, J. S. *Avaliação em Instituições de Ensino Superior*. Brasília: Universidade de Brasília, 1998.
7. VIANNA, H. M. *Avaliação Educacional e seus Instrumentos: novos paradigmas*. Fundação Carlos Chagas. 1997.

PAINEL 9.10 - PERFIL SÓCIO-ECONÔMICO DO ESTUDANTE INGRESSANTE NO CURSO DE FÍSICA DA UFRN EM 1998

José Eurico de CARVALHO e Ciclamio L. BARRETO
Departamento de Física/ CCET/ UFRN - Campus Universitário de Lagoa Nova
Caixa Postal: 1641 - 59072-970 - Natal - RN
E-mail: ciclamio@dfie.ufrn.br

1. INTRODUÇÃO.

Este estudo visa analisar e interpretar os dados que compõem as respostas ao questionário preenchido pelo candidato ao Vestibular 1998 da UFRN que tenha sido aprovado para o Curso de Física, nas modalidades Bacharelado e Licenciatura. Nesse intuito, efetuamos uma abrangente caracterização do perfil sócio-econômico dos ingressantes em 1998 neste Curso. Uma ampla diversidade de variáveis são consideradas nesta análise. Para mencionar algumas, temos: a condição prévia de cadastramento na Universidade (se já tinha ou não uma matrícula na UFRN), idade, sexo, renda familiar, estado civil, isenção da taxa do vestibular, grau de instrução (da mãe, do pai), local de residência, ocupação (do candidato, do pai, da mãe), tipo de escola onde cursou o 1º e 2º graus, ano de conclusão do 2º grau, turno em que cursou o 2º grau, estado onde concluiu o 2º grau, frequência a curso preparatório, número de vezes que prestou vestibular, motivo da 1ª opção, principal influência para 1ª opção, grau de decisão sobre 1ª opção, e outras.

2. METODOLOGIA.

Partindo dos dados tabulados pela Comissão Permanente do Vestibular (Comperve/ UFRN), referentes aos aprovados para o Curso de Física ingressantes em 1998, elaboramos as representações gráficas de todas as tabelas para ambas as modalidades do Curso, a fim de auxiliar a uma mais eficiente visualização do conjunto dos dados. Algumas variáveis são representadas simultaneamente para Licenciatura e Bacharelado, a fim de facilitar a comparação entre elas. Utilizou-se a planilha *Microsoft Excel* para a elaboração dos gráficos. Essas representações gráficas mostraram-se de grande utilidade na comparação das variáveis. O relevante papel do Concurso Vestibular 1998, a que foram submetidos estes alunos, é discutido, buscando contextualizá-lo no processo de transição para a Universidade. Uma confrontação com os dados disponíveis no Sistema de Registro Acadêmico referentes ao desempenho no primeiro período letivo (98.1) propicia correlações interessantes com a realidade sócio-econômica, conduzindo a um entendimento mais acurado das condições desses estudantes, bem como nos permite discutir sobre eventuais indicadores da sua

transição do Ensino Médio para o Ensino Superior. Foram coletadas as médias finais e o número de faltas que estes alunos apresentaram nas disciplinas deste primeiro período letivo, convenientemente tabuladas em relação a variáveis selecionadas dentre o conjunto disponível oriundo do questionário do candidato ao Vestibular 1998, e elaboradas diversas representações gráficas representativas, ilustrativas da dependência relativa aos fatores sócio-econômicos.

3. RESULTADOS.

A elaboração deste trabalho resulta em um aprofundamento do conhecimento da realidade sócio-econômica do ingressante ao Curso de Física da UFRN em 1998. Passamos a dispor de informação quantitativa concernente a uma variedade de aspectos anteriormente tão somente intuitivamente suspeitados, ou mesmo totalmente insuspeitados. Neste contexto, estabelecemos comparações de diversas variáveis entre os Licenciandos e Bacharelados, a fim de interpretar as condições que têm tradicionalmente conduzido estes últimos em geral a um melhor desempenho no Curso. Neste esboço, preparado na fase inicial do trabalho, portanto necessariamente parcial, mostramos apenas os primeiros resultados.

Por exemplo, a razão de gênero (masculino/feminino) dentre os aprovados não cadastrados para o Bacharelado foi de 3,83, enquanto para os já cadastrados na UFRN foi de 5,25; para a Licenciatura estes números foram, respectivamente, 2,2 e 11,5. Essas razões indicam que relativamente mais mulheres optaram pela Licenciatura do que pelo Bacharelado neste vestibular (em que foram aprovadas pela primeira vez), mas, como é de esperar, um número relativamente bem maior (particularmente o dobro) de homens dentre os candidatos que já possuíam matrícula na UFRN buscaram a Licenciatura, em relação àqueles que buscaram o bacharelado.

Enquanto 13,8% dos bacharelados não cadastrados e 8% dos cadastrados já se achavam casados, dentre os licenciandos estes percentuais eram de 25% e 32%, respectivamente. Embora não possa ser considerada como uma regra geral, o estado civil pode afetar drasticamente o desempenho do estudante, haja vista as demandas que geralmente se impõem sobre os casados, muito especialmente quando têm filhos, tipicamente superiores àquelas sobre os solteiros. Mediante acesso ao Registro Acadêmico, compararemos o desempenho geral dos casados com o dos solteiros.

Dentre estes referidos bacharelados, houve mais que 2,3 vezes mais aprovados não cadastrados na faixa etária de 20 a 24 anos do que na de 17 a 19 anos, enquanto que dentre os já cadastrados o percentual de aprovados no grupo de idade de 17 a 19 anos é que superou, por 15%, o correspondente percentual no grupo de idade de 20 a 24 anos. No tocante aos licenciandos, não houve tal inversão, sendo que o grupo de idade de 20 a 24 anos superou o de 17 a 19 anos por um fator 2 para os não cadastrados e por 2,75 para os cadastrados.

Enquanto 100% dos aprovados na Licenciatura já residiam no Rio Grande do Norte, houve apenas 2 (em 79) aprovados no Bacharelado que residiam em outros estados (um no MA, já cadastrado, outro no RS, não cadastrado). Curiosamente, não houve aprovados para o Curso de Física residentes em estados na vizinhança imediata (CE, PB, PE) do estado, o que é esperado ocorrer no Vestibular 1999, quando pela primeira vez o vestibular da UFRN será realizado em data não coincidente com os demais vestibulares de Universidades Federais da região, devido ao período do Carnatal, micareme (carnaval fora de época) da iniciativa privada que (pasmem!) muda profundamente a rotina da Cidade do Natal, ao ponto da UFRN decidir pela alteração da data do vestibular para não concorrer com este evento.

Ademais, quase 40% dos bacharelados 1998, dentre os não cadastrados, são filhos de pai com primário incompleto, enquanto dentre os já cadastrados, menos de 20% têm pai com este grau de instrução.

A versão 1998 do Vestibular na UFRN deu continuidade ao processo de mudança iniciado nos últimos anos, tendo sido unanimemente considerado, especialmente na área de física, como um estimulador de mudanças nas escolas do Ensino Médio no estado (principalmente na capital). Por exemplo, a cobrança de conceitos e habilidade de resolver problemas simples que se configuram no escopo da física moderna, especialmente da física quântica, já é uma sistemática ordinária nos vestibulares da UFRN. Verificou-se uma ampla gama de acertos nas questões pertinentes, mostrando que as escolas e cursos preparatórios já incorporaram a necessidade de incluir em seus programas e ensinar aos seus alunos os elementos mais básicos da física moderna.

4. CONCLUSÃO.

Alguns dos resultados de certo modo confirmam diversos fatos sobre os quais se dispunha de conhecimento tão somente intuitivo. Outros apontam para situações surpreendentes, que podem vir tanto a prejudicar o estudante quanto a beneficiá-lo no decorrer do seu Curso. Enfim, este trabalho revela um quadro da situação sócio-econômica do ingressante no Curso de Física da UFRN em 1998 que sugere diversas ações por parte da Coordenação do Curso e da Chefia do Departamento de Física que visem aperfeiçoamento do Curso nas suas modalidades Licenciatura e Bacharelado.

¹⁾ Licenciando em Física, UFRN. Bolsista Pibic/CNPq.

PAINEL 9.11 – ESPECTRO DE POÇOS FINITOS: UMA ANÁLISE SEMI-CLÁSSICA

Rosana Bulos Santiago¹ e L. G. Guimarães²

¹Instituto de Física, Universidade do Estado do Rio de Janeiro -UERJ, RosanaB@uerj.br.
Rua São Francisco Xavier 524-Maracanã, Cep 20550-013, Rio de Janeiro, Brasil
²Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro -UFRJ, CP 68528
Cep 21945-970, Rio de Janeiro, Brasil

Em geral, nos cursos introdutórios de física moderna não é uma tarefa fácil introduzir o conceito de tunelamento. Acreditamos que isto se deva em parte a ausência de uma analogia clara⁽¹⁾ deste fenômeno com outros da mecânica clássica. Vamos tentar aqui mostrar que a idéia de comprimento de tunelamento pode ser vista como uma escala natural de medida de distância espacial. Para tanto, faremos um estudo do espectro de energia de poços finitos utilizando as idéias do modelo de mecânica quântica de Bohr para a quantização de movimentos periódicos. Com isto, mostraremos que o problema do cálculo de espectro energias mais baixas de poços finitos é extremamente análogo à tarefa de se calcular os mesmos níveis de energia de um poço infinito, com tanto que, o conceito e os efeitos de tunelamento sejam introduzidos como novas escalas de comprimento associadas ao problema.

O modelo

Neste trabalho vamos admitir que uma partícula de massa m seja confinada por um potencial da forma $\tilde{\tilde{V}}_0 \mu((x - x_0) / L) / (2mL^2)$. Sendo μ uma função da posição da partícula e as grandezas positivas V_0 e L representam respectivamente escalas apropriadas de energia e comprimento. Além disto, sem perda de generalidade vamos admitir que x_0 seja um ponto onde o potencial e a força são nulos. Desta forma, estamos interessados em obter estimativas para as auto-energias associadas à seguinte equação de Schrödinger unidimensional e independente do tempo:

$$-\frac{\tilde{\tilde{m}}}{2m} \frac{d^2 \varphi_n}{dx^2} + \frac{\tilde{\tilde{m}}}{2mL^2} V_0 \mu((x - x_0) / L) \varphi_n = \frac{\tilde{\tilde{m}}}{2mL^2} \varepsilon_n \varphi_n ; \quad -\infty < x < \infty \quad (1)$$

Onde $\varepsilon_n > 0$ com ($n = 0, 1, \dots, n_{max}$) é a escala de auto-energias em unidades reduzidas. Sendo assim, fazendo a mudança de variável $x \equiv yL$, a equação diferencial acima pode ser reescrita como a seguinte equação de onda:

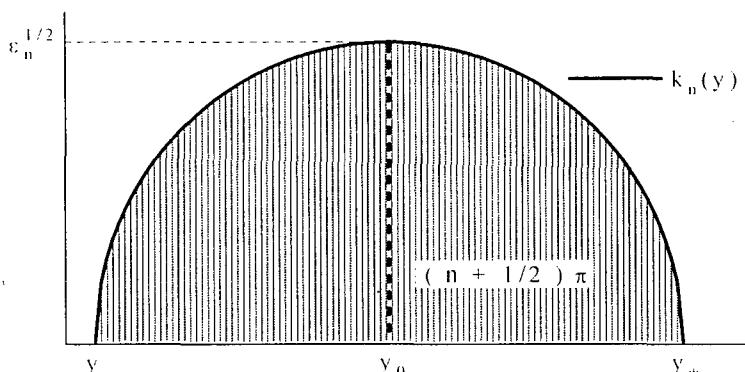
$$\frac{d^2 \varphi_n}{dy^2} + k_n^2(y) \varphi_n = 0 ; \quad -\infty < y < \infty \quad (2)$$

Onde definimos k_n o momento efetivo como:

$$k_n(y) \equiv \sqrt{\varepsilon_n - V_0 \mu(y)} > 0 ; \quad y_-(\varepsilon_n) \leq y \leq y_+(\varepsilon_n) \quad (3)$$

Sendo $y_{\pm}(\varepsilon_n)$ os pontos de retorno clássicos, ou seja, são zeros do momento efetivo ($k(y_{\pm}) = 0$). A regra de quantização de Bohr-Sommerfeld nos diz que:

$$\int_{y_-}^{y_+} dy k_n(y) = (n + 1/2)\pi \quad (4)$$

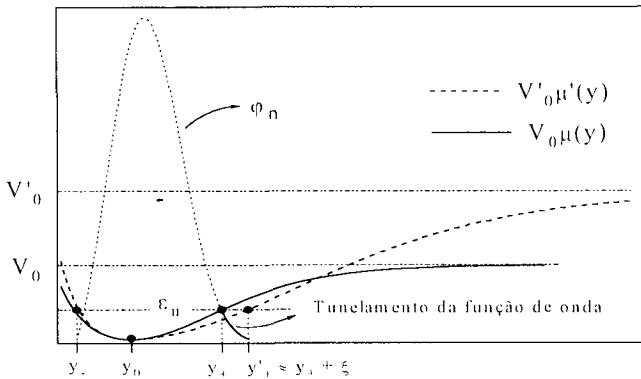


Fig(1): Mostra o comportamento do momento efetivo k_n . Observe que, k_n possui um máximo em y_0 e zeros em y_{\pm} . A regra de quantização de Bohr-Sommerfeld afirma que a área hachurada da figura acima vale $(n+1/2)\pi$.

Em geral, regra de quantização(4) dá origem à equações transcedentais cujos os zeros são os valores possíveis para as auto-energias ε_n . Além disso, é interessante notar da figura(1) que a área hachurada sobre a curva k_n vale $(n+1/2)\pi$. Portanto para um dado valor de ε_n , pode haver diferentes curvas passando por pontos de retorno próximos à y_{\pm} , tais que sua área também seja $(n+1/2)\pi$. Para entendermos melhor isto vamos olhar para a série de Taylor de k_n em torno de y_0 , a saber:

$$k_n(y) = \sqrt{\varepsilon_n} - \frac{1}{4\sqrt{\varepsilon_n}} \left[V_0 \frac{d^2}{dy^2} \mu(y) \Big|_{y_0} \right] (y - y_0)^2 + O(y - y_0)^3 \quad (5)$$

Desta forma uma vez que o valor de ε_n é adotado como fixo, curvas com a propriedade de preservação de área acima citada devem ter o termo entre colchetes da expansão em Taylor(5) bastante semelhante. Em outras palavras, para isto ocorra é necessário que o produto da barreira de potencial pela curvatura do mesmo na vizinhança de y_0 varie pouco. A figura a seguir exemplifica isto melhor.



Fig(2): Mostra que o espectro de um poço de profundidade V_0 pode ser interpretado como sendo o espectro de um poço mais profundo V'_0 porém com uma ‘largura efetiva’ maior devido ao tunelamento da função de onda.

Desta forma, no limite de $V'_0 \rightarrow \infty$ podemos usar a regra de quantização(4) para estimar as auto-energias ε_n do problema de poço de profundidade finita V_0 contanto que sejam adicionadas as escalas de comprimento do problema o comprimento de tunelamento ξ . No caso de poços finitos porém descontínuos, essas idéias podem também ser aplicadas. Para tanto, é necessário se utilizar uma regra de quantização similar à eq(4) aplicável ao caso de potenciais descontínuos [2]. Nós abordamos com essas idéias problemas de poços de potenciais finitos com simples forma tais como retangular, triangular e parabólica. Estes resultados se mostraram bastante simples e satisfatórios que acreditamos ser uma pequena contribuição para uma compreensão pedagógica dos mecanismos inerentes da mecânica quântica como, por exemplo, o tunelamento.

Referências:

- [1] E. Merzbacher, *Quantum Mechanics* (Wiley, N. York, 1970)
- [2] M. V. Berry, Proc. Phys. Soc. **88**, 285 (1966).

(!) Achamos que o conceito de ondas evanescentes comumente abordado em livros-texto não é muito apropriado para esta tarefa.

PAINEL 9.12 - AULA-TRABALHO COM EXPERIMENTO QUALITATIVO

Luis Augusto Alves, Neli Ortega** e Vera Bohomoletz Henriques*

Instituto de Física da USP

vhenriques@if.usp.br

Da prática em sala de aula surgiram questões no que toca o processo de ensino aprendizagem, especialmente quanto à interação professor-aluno, quanto à forma de levar o conteúdo de maneira significativa ao aluno e quanto aos processos de apropriação dos conceitos, que levaram à proposta de aulas trabalho com experimento qualitativo.

Neste trabalho, descreveremos a aplicação desta proposta ao curso de Eletromagnetismo básico no segundo ano da licenciatura em Física na USP, para o qual foi desenvolvido material experimental teórico e, paralelamente, análise sistemática das atividades e técnicas de interação professor-aluno.

As aulas-trabalho se distinguem tanto do laboratório como de aulas com demonstrações, pois se constituem em um espaço dentro do curso, que privilegia a interação aluno-aluno-experimento qualitativo-professor. Essas aulas ocorrem com período quinzenal, se alternando com as aulas expositivas, nas quais é desenvolvido o conteúdo tanto conceitual quanto formal. Os alunos, em grupos, recebem materiais necessários para a confecção do arranjo experimental com materiais simples, e são orientados por um roteiro teórico experimental aberto (pouco direcionado). Importante distinguir o caráter teórico experimental, pois visamos que os alunos não apenas observem e descrevam em palavras o fenômeno estudado, mas também que entendam as relações entre as grandezas envolvidas e façam uma análise qualitativa do fenômeno, que inclui o desenvolvimento de relações matemáticas, levando à formação dos conceitos físicos estudados.

A interação proporcionada pela aula-trabalho incentiva a participação do aluno e respeita seus saberes, colocando questões problemáticas que não permitem soluções apenas por esquemas classificatórios, ou descrições matemáticas que sejam memorizadas, objetivando que ele reflita. Valorizando o discurso informal do aluno (não científico), trabalha-se com componentes afetivos do processo de desenvolvimento cognitivo, diminuindo a distância entre o aluno e a construção do conhecimento. E o roteiro aberto permite o surgimento de múltiplos caminhos, questões e experimentações, pois o aluno tem possibilidade de formular hipóteses próprias, que ao serem discutidas durante a aula, permitem confronto das hipóteses com outros alunos, bem como discuti-las com a professora e equipe.

Também propicia uma melhor avaliação do conhecimento prévio do aluno e possibilita a identificação de conceitos mal compreendidos possibilitando que sejam reexplorados a tempo, bem como constitui uma situação de avaliação da eficiência do processo de ensino aprendizagem fora do contexto das provas.

Quanto à escolha de trabalharmos com materiais simples deve-se a acreditarmos que um equipamento sofisticado confunde o aluno: com tantos elementos misturados ele acaba vendo o experimento como uma caixa preta, onde a observação do fenômeno fica vinculada a uma situação especial. E contribui para despertar a imaginação dos alunos, criando um potencial para explorarem outros fenômenos da mesma forma em seu futuro trabalho em educação. Além disso, o envolvimento dos alunos na confecção ajuda a tomar consciência dos elementos componentes do experimento.

Para efetuar a análise da atividade nessas aulas dentro da perspectiva descrita, foram gravadas algumas aulas para comparação com os relatórios sobre as questões levantadas no roteiro, permitindo confrontarmos as discussões ocorridas durante a aula-trabalho com o texto elaborado pelos alunos fora da aula.

A formação de conceitos é um processo que não é mecânico e cada aluno deve se defrontar com suas dúvidas e certezas num processo dinâmico, fazendo generalizações, relacionando tanto elementos trabalhados neste curso como aprendidos anteriormente em um contexto de trabalho coletivo. E esta capacidade de generalizar é sim um indício de entendimento do conceito físico trabalhado.

“o mundo da experiência precisa ser extremamente simplificado e generalizado antes que possa ser traduzido em símbolos.”¹

Uma exposição clara e objetiva não constitui “bom ensino” no sentido de que o conteúdo, embora logicamente encadeado, não é necessariamente significativo para o aluno. É necessário induzi-lo a fazer perguntas e hipóteses; o papel do professor é apresentar o conteúdo e situações de observação, perguntas e vivências que explorem o pensamento do aluno, acompanhando seu desenvolvimento dentro do curso.

Sem a pretensão de qualquer avaliação numérica, o aprofundamento da análise do processo ensino aprendizagem é feito em contexto dinâmico, com o objetivo de ampliar, corrigir, transformar o próprio processo.

Apoio:

* Fapesp

** Capes

¹L.S. Vigotski, *Pensamento e Linguagem*, Martins Fontes.

PAINEL 9.13 - EQUAÇÕES DE MAXWELL VIA TEORIA DE GAUGE

Cleidison Renato Lauritino de Lima¹, Rafael de Lima Rodrigues² e Arvind N. Vaidya³

¹Departamento de Física- Universidade Federal da Paraíba- Campus II

²Departamento de Ciências e da Natureza- Universidade Federal da Paraíba- Campus V

³Instituto de Física- Universidade Federal do Rio de Janeiro

A Teoria de Gauge é de muita importância no que diz respeito as interações físicas existentes na natureza. E no caso abeliano é possível um estudo da Teoria de Campos, ou seja, a Teoria da Eletrodinâmica Quântica(QED) nos oferece uma análise da interação do fóton com a matéria.

Neste trabalho apresentamos o estudo da Teoria de Gauge no caso abeliano. E através deste estudo podemos concluir que o campo de gauge abeliano é exatamente o campo eletromagnético e com isso conseguimos obter as equações de Maxwell no vácuo e na forma covariante.

I- Teoria de Calibre Abeliano: U(1)

Em física das interações fundamentais da natureza usa-se o formalismo lagrangeano. Neste caso dizemos que um sistema físico é invariante quando ocorre uma simetria da lagrangeana. Consideraremos a simetria da gauge global e local em D=(3+1) (3 dimensões espaciais + 1 dimensão temporal). O espaço quadridimensional (3+1) dimensões é definido por:

- quadrvetor de posição contravariante: $x^\mu = (ct, \mathbf{x})$;

- quadrvetor de posição covariante, $x_\mu = (ct, -\mathbf{x})$,

onde $\mathbf{x} = (x, y, z)$, $x^0 = ct$, $x^1 = x$, $x^2 = y$, $x^3 = z$.

Utilizando o tensor métrico $g^{\mu\nu} = (+, -, -, -)$ passamos do quadrvetor de posição covariante para o quadrvetor de posição contravariante, ou seja, $x^\mu = g^{\mu\nu} x_\nu$, onde $g^{\mu\nu}$ é um tensor simétrico, ou seja, $g^{\mu\nu} = g^{\nu\mu}$.

- CAMPO ESCALAR CARREGADO

O campo escalar carregado se transforma da seguinte maneira:

$$\varphi(\mathbf{x}) \rightarrow \varphi' = e^{-iq\theta} \varphi(\mathbf{x}), \quad (1)$$

onde θ é uma constante real. A carga elétrica total é dada pela seguinte integral tripla

$$q = \int d^3x j^0 = \iiint dx dy dz j^0, \quad j^\mu = (j^0, \mathbf{j}), \quad j^0 = \rho, \quad h = c = 1.$$

onde \mathbf{j} é a quadricorrente, j é a densidade de corrente e ρ é a densidade de carga.
A densidade de lagrangeana total é dada por:

$$L_\phi = L(\phi, \partial_\mu \phi) = L_0(\phi) + L_I(\phi \phi^*) \quad (2)$$

sendo que

$$L_0(\phi) = \partial_\mu \phi^* \partial^\mu \phi - m^2 \phi^* \phi$$

$$L_I(\phi \phi^*) = \lambda/2 (\phi^* \phi)^2$$

$$\phi(\mathbf{x}) = 1/\sqrt{2} (\phi_1(\mathbf{x}) + i\phi_2(\mathbf{x}))$$

onde $\phi_1(\mathbf{x})$ e $\phi_2(\mathbf{x})$ são campos reais.

L_ϕ é invariante sob uma transformação de gauge global U(1). De fato, quando $\phi \rightarrow \phi'(\mathbf{x}) = e^{-iq\theta} \phi(\mathbf{x})$, $q = 1$, onde a lei de transformação U(1) é dada por $U(1) = e^{-iq\theta}$. No caso do complexo conjugado do campo, temos: $\phi^* \rightarrow \phi^*(\mathbf{x}) = e^{iq\theta} \phi(\mathbf{x})$. Portanto, vemos que $L_{\phi'} = L_\phi$, o que nos assegura a invariância de L_ϕ .

Princípio de gauge: Simetria de gauge global \rightarrow Simetria de gauge contínua(local).

Transformação de Gauge Local:

$$\phi'(\mathbf{x}) = e^{-i\theta(\mathbf{x})} \phi(\mathbf{x}), \quad q = 1. \quad (3)$$

Transformações infinitesimais:

O grupo de gauge associado a estas transformações é o grupo abeliano U(1)(dois elementos do grupo comuta). Neste caso, dizemos que $e^{-i\theta(\mathbf{x})}$ é a representação unidimensional de U(1).

$\phi^* \phi' = e^{iq\theta} \phi^* e^{-iq\theta} \phi = \phi^* \phi$ é invariante de gauge. Mas,

$$\partial_\mu \phi' = i(\partial_\mu \theta(\mathbf{x})) e^{-iq\theta} \phi + e^{-iq\theta} \partial_\mu \phi = e^{-iq\theta} (\partial_\mu \phi - i(\partial_\mu \theta) \phi). \quad (4)$$

logo, $\partial_\mu \phi^* \partial^\mu \phi$ não é invariante de gauge porque aparece $\partial_\mu \theta(x)$ em $\partial_\mu \phi$. Portanto, $L(\phi, \partial_\mu \phi) \neq L(\phi, \partial_\mu \phi)$, para transformação de gauge local.

II- Acoplamento Mínimo do Eletromagnetismo(Campo de gauge para o grupo U(1))

Para garantir a invariância de gauge devemos efetuar o processo de acoplamento mínimo, fazendo a seguinte substituição

$$\partial_\mu \rightarrow D_\mu = \partial_\mu - ieA_\mu . \quad (5)$$

Neste caso, vemos que

$$D_\mu \phi = (\partial_\mu - ieA_\mu) \phi = e^{-i\theta(x)} (\partial_\mu \phi - (\partial_\mu \theta) \phi - ieA_\mu \phi) \quad (6)$$

é invariante. Por isso, D_μ passa a ser denominada de derivada covariante e o campo A_μ introduzido é chamado de campo de gauge. Logo, para que possamos garantir a invariância de L sob as transformações de gauge locais, devemos necessariamente fazer a seguinte transformação no campo de gauge A_μ :

$$A_\mu \rightarrow A_\mu' = A_\mu - 1/e(\partial_\mu \theta(x)) \rightarrow \delta A_\mu = -(1/e)\partial_\mu \theta(x). \quad (7)$$

As transformações de gauge locais são dadas pelas equações (1) e (3), as quais definem as transformações de gauge abeliano.

Neste caso, $D_\mu \phi$ se transforma como os campos e, assim, o produto escalar $(D_\mu \phi)^* \cdot (D_\mu \phi)$ será um invariante de gauge. $L_\phi \rightarrow L_{\phi, A_\mu} = (D_\mu \phi)^* D_\mu \phi - m^2 \phi^* \phi - (\lambda/2)(\phi^* \phi)^2$ é invariante de gauge local. O Tensor de intensidade eletromagnético:

$$F_{\mu\nu} = \partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu \quad (8)$$

é invariante de gauge U(1). Ele define a densidade de lagrangeana para o campo vetorial livre, a saber: $L_{\phi, A_\mu} = -1/4 (F_{\mu\nu} F^{\mu\nu})$, a qual é exatamente a densidade de lagrangeana de MAXWELL. E finalmente usando a equação de Euler-Lagrange obteremos as equações de Maxwell no vácuo e na forma covariante.

$$\partial_\mu F^{\mu\nu} = 0 \quad (9)$$

AGRADECIMENTOS

Nossos sinceros agradecimentos aos professores Pedro da Silva Barbosa(Campus V-UFPB), Jambunatha Jayaraman (Campus I-UFPB) e aos alunos Eric Alexandre(Campus II-UFPB) e Wendel Pires(Campus V-UFPB) pelo apoio, pelas sugestões e discursões bastante oportunas e esclarecedoras. Um agradecimento especial ao professor Rafael de Lima Rodrigues pela paciência e pela dedicação na obtenção deste trabalho cujo conteúdo já tem grande discussão na literatura. O bolsista CRLL agradece ao PIBIC/CNPq/UFPB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Cleidison R. L. de Lima e Rafael de Lima Rodrigues, "Supersimetria em Mecânica Quântica para o Eletromagnetismo", SBPC 1998.
- [2] J. Barcelos Neto e Ashok Das, Phys. Rev. D33, 2863, (1986).
- [3] T. P. Cheng e L. F. Li, "Gauge Theory of elements particle physics", Cap. I.
- [4] C.G. Bollini, "Introdução à teoria quântica de campos", (notas de curso, CBPF-1978).
- [5] J. D. Bjorken e S. D. Drell, "Relativistic quantum fields", Cap II .

PAINEL 10.1 - ESBOÇO DO TRABALHO: “BRINCANDO COM VETORES” - UMA ANÁLISE DAS GRANDEZAS FÍSICAS VETORIAIS NO ENSINO MÉDIO

Norberto Cardoso Ferreira¹ e Gláucia Lopes²

¹Instituto de Física da USP/ e-mail: Norberto@if.usp.br; ²Instituto de Física da USP/ Tel: 6694-3419

O conteúdo deste trabalho é decorrente de uma pesquisa sobre o modo como vem sendo realizado o ensino de grandezas vetoriais em Física nas escolas do Ensino Médio de São Paulo. Tendo em vista que grande parte dos conceitos físicos vistos pelos alunos em sala de aula utilizam como parâmetro um estudo vetorial, buscamos averiguar como é feito o primeiro contato dos alunos com esta forma de abordar os problemas em Física, suas principais dificuldades, as metodologias utilizadas pelos professores no desenvolvimento do assunto assim como subsídios que sejam capazes de diminuir as dificuldades em seu ensino-aprendizagem.

Conhecendo a importância de se saber as regras vetoriais assim como a sua interpretação Física é que julgamos importante repensar como vem sendo realizado o ensino de vetores. Logo fizemos uma análise sobre o modo como está sendo desenvolvido esta temática pelos professores em sala de aula, nos livros didáticos e as possibilidades de modificarmos e melhorarmos a aprendizagem através de uma outra proposta de ensino, que é feita através do projeto RIPE (Rede de Instrumentação para o Ensino), que busca desenvolver conteúdos de Física utilizando materiais de laboratório de baixo custo, jogos e brincadeiras. Para a realização deste trabalho foram elaborados alguns questionários a professores e alunos, dos quais pudemos obter algumas respostas sobre os problemas que ambos enfrentam diante deste conteúdo e as falhas existentes no modo como este vem sendo aplicado nas salas de aula atualmente. Foram elaborados três tipos de questionários:

- o primeiro voltado aos professores, na intenção de levantarmos os conhecimentos que estes possuem com relação as grandezas vetoriais e dificuldades encontradas com relação ao ensino deste conteúdo;
- o segundo voltado aos alunos e aplicados no inicio do ano letivo, a fim de termos noções dos conhecimentos prévios e tipos de representações mais comuns dados pelos alunos com relação a certas grandezas físicas;
- o terceiro, também destinado aos alunos, porém aplicado no término do ano letivo, de onde podemos tirar algumas conclusões sobre o conteúdo desenvolvido e “aprendido” pelos mesmos.

Os questionários foram aplicados a 10 professores de Física e a uma turma de 40 alunos que estão no primeiro ano do Ensino Médio. Escolhemos esta série, pois é nela que se ensina aos alunos de maneira mais sistematizada os conceitos físicos, dentre eles as noções vetoriais.

Além dos questionários foram feitos alguns acompanhamentos em aulas, onde pudemos detectar com maior clareza as falhas existentes no ensino vigente, tanto com relação a metodologia utilizada pelo professor ao abordar o conteúdo, quanto aos problemas e dificuldades em relação a aprendizagem dos alunos.

Ao observarmos os livros didáticos apontados pelos professores quando estes elaboram suas atividades e aulas, optamos em fazer uma análise mais detalhada do livro Física Fundamental já que o mesmo é indicado por um maior número de professores. Deste livro preocupamo-nos em observar a linguagem utilizada, a sua organização com relação ao conteúdo, e o objetivo principal deste livro.

Feita a análise dos livros didáticos utilizados por estes professores e com base nos resultados apresentados pelos questionários e aulas supervisionadas é que buscamos uma outra metodologia para ser aplicada em sala de aula, no caso a proposta apresentada pelo Projeto RIPE. A nossa atenção agora esta voltada a utilização desta proposta com professores e alunos no próximo ano letivo onde aplicaremos a atividade “Brincando com vetores”, com o intuito de verificar o quanto esta metodologia é capaz de melhorar a qualidade do ensino de física com relação ao conteúdo relacionado as grandezas vetoriais, diferenciando-a das metodologias atuais utilizadas em sala, além de levantarmos os prós e contras desta proposta.

A atividade “Brincando com Vetores” tem como objetivo:

- ♣ treinar o estudante em soma de vetores, bem como mostrar o movimento de um objeto sujeito a um campo uniforme (gravitacional por exemplo);
- ♣ Dar uma interpretação para o estudo de lançamento de objetos;
- ♣ Introduzir o movimento circular uniforme;
- ♣ Apresentar a velocidade e a aceleração do MCU, sob uma forma vetorial;
- ♣ Discutir a dependência entre velocidade de um móvel em MCU e o raio da trajetória;
- ♣ Discutir a direção do vetor aceleração como um processo de limite da aceleração média.

Todas as atividades acima são feitas através de jogos que estimulam bastante a participação dos estudantes. De inicio será interessante trabalharmos com o jogo em si sem considerações com as noções de vetores. Numa segunda fase é que devemos levantar os problemas, discuti-los e verificar se estes são modelos adequados ou não para serem usados como representações físicas.

A metodologia proposta e apresentada pelo projeto RIPE não está sendo encarada por nós como uma inovação nos métodos de ensino, mas sim, como um fator capaz de contribuir e favorecer o aprendizado na

medida em que fornece ao aluno condições de aprender através de atividades divertidas, capazes de dar dimensões práticas ao conteúdo sem que este perca seus fins pedagógicos.

PAINEL 10.2 – A FÍSICA NO ENSINO MÉDIO VISTA COMO PARTE CONSTITUINTE DA CULTURA DA CIVILIZAÇÃO MODERNA

Ricardo Roberto Plaza Teixeira

Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo - CEFET-SP e Laboratório do Accelerador Linear - IFUSP (rteixeira@if.usp.br)

Existe uma tradição de abordagem excessivamente formal e abstrata no ensino de física no ensino médio brasileiro. Parte dessa deformação deve-se ao fato de que este ensino tornou-se de certa forma “refém dos vestibulares” e frequentemente dos maus vestibulares. Esse enciclopedismo tem como uma de suas causas a reprodução resumida para o ensino médio, feita por muitos professores e livros didáticos”, do ensino de física dos cursos de exatas das universidades. Esquece-se que o ensino médio tem antes de tudo um caráter terminal e formativo do cidadão adulto. Além disso, muitos daqueles jovens que continuarão a estudar no terceiro grau farão um curso nas áreas das humanidades ou das ciências biológicas. Conclusão inevitável: porcentagens altíssimas de jovens afirmam “odeio física”! Um disparate pois como odiar o mundo, o cosmos, a natureza? Dessa forma, a física no ensino médio transforma-se em adestramento para memorizar truques, artimanhas e condicionamentos para resolver “exercícios” formais e artificiais cheios de tecnicidades; os conceitos físicos perdem-se e impõe a memorização de fórmulas matemáticas. A matemática de ferramenta transforma-se no foco principal e único.

Uma mudança radical com respeito a este tipo de ensino-adestramento é necessária; sair da bitola pressupõe ampliar horizontes. Nas palavras de J. Zanetic¹: “Física também é cultura”. E como a cultura, ela é intrinsecamente interdisciplinar. Portanto, novos campos de saber devem ser trilhados: a utilização da história e da filosofia da ciência, a análise constante do método científico, o uso da literatura tanto a de divulgação científica quanto a universal, a relação da ciência com as artes - outras formas de expressão para também interpretar o mundo, a ênfase na estatística e na quantificação em geral (sobretudo neste mundo no qual a economia torna-se cada vez mais importante), a discussão sobre os impactos sociais e éticos da ciência, o desenvolvimento tecnológico e sua compreensão - tanto as descobertas mais recentes quanto sobretudo as suas aplicações no nosso cotidiano, para que a vida deixe de girar em torno de “caixas pretas” (geladeiras, televisões micro-ondas, carros, etc), a relação constante da física com as outras ciências naturais e seus sucessos e fracassos em tentativas de explicações, a “alfabetização” cada vez mais necessária para a utilização crítica por todos nós das mídias, sobretudo da televisão (até para não sermos utilizados por elas), a importância da linguagem como se descreve um fenômeno, etc. Tudo com o objetivo maior de formar um cidadão consciente, independente, autônomo, capaz de estudar, pesquisar e atacar problemas, procurar soluções, realizar raciocínios de custo-benefício, enfrentar dilemas, abstrair conceitos, relacionar fenômenos, quantificar grandezas, etc. O enfoque científico de a-nálise e compreensão do mundo deve ser extrapolado para as situações do nosso dia-a-dia.

Durante o ano de 1998 trabalhos foram realizados com cinco turmas primeiro-anistas do recém-criado curso de ensino médio do CEFET-SP (antiga ETF-SP), tendo como vigas pedagógicas os critérios expostos anteriormente. Atividades interdisciplinares planejadas em conjunto com outros professores foram realizadas. Uma das atividades principais envolveu a peça teatral “Einstein - Um ato de Gabriel Emanuel” em cartaz em São Paulo. A partir desta atividade muitas outras foram planejadas: análise da carta (em inglês) escrita por Einstein a Roosevelt em 1939 alertando-o sobre a possibilidade do uso bélico da energia nuclear; leitura e análise da interessante biografia de Einstein escrita por Harvey Brown²; discussões sobre as relações entre ciência e sociedade e sobre as responsabilidades éticas da ciência propiciadas pela leitura do livro “O mundo assombrado pelos demônios” escrito por Carl Sagan³ (aliás os dois livros propiciaram discussões interessantes relacionando as histórias das bombas atômica e de hidrogênio, que culminaram com uma aula sobre este tema); leitura semanal e realização de seminários sobre os artigos enfocando problemas de fronteiras da ciência escritos por Marcelo Gleiser na sua coluna dominical “Micro/Macro” no jornal Folha de São Paulo. Ao longo do ano muitas outras atividades que foram aparecendo acabaram sendo “incorporadas”: participação em debates com físicos como Cesar Lattes (sobre os mésons-pi), José Leite Lopes (sobre a história da física brasileira) e Marcelo Gleiser (sobre a “física do inicio e do fim do mundo”), participação da mostra internacional de vídeos científicos “Ver ciência 98” na Estação Ciência e visita a este museu de ciência, utilização em sala de aula de vídeos das séries “Cosmos” e “O universo mecânico” e análise de filmes e documentários mais gerais com questões envolvendo a ciência (como por exemplo “Arquitetura da destruição”); construção de modelos matemáticos explicativos para questões sociais, políticas e econômicas do nosso dia-a-dia (como tratou-se de um ano eleitoral, para contribuir com a formação dos alunos, foram elaborados modelos relacionando dados oficiais de gastos dos deputados federais paulistas para se eleger em 1994 e as suas notas dadas pelo DIAP-Departamento Inter-sindical de Assessoria Parlamentar), etc. Inter-relações entre Einstein e Galileu propiciaram discussões interessantes de Física Moderna.

Seguramente articular atividades como estas demandaram um trabalho considerável por parte dos professores envolvidos (a “física adestradora” é bem menos trabalhosa!). Mas o esforço foi recompensado

quando percebemos o amadurecimento intelectual dos alunos em geral. Os textos didáticos trabalhados envolveram a mecânica em geral e foram retirados dos livros de Máximo e Alvarenga⁴ e de Amaldi⁵. Problemas, é claro, existiram: a excessiva fragmentação de disciplinas, professores e turmas e a resistência por parte de alguns professores mais “tradicionalis”, foram alguns que contudo não comprometeram o trabalho. Os obstáculos foram aqueles existentes em novos projetos: necessidade de pesquisa e estudo, algumas tentativas e erros inevitáveis, necessidade de uma certa ousadia para poder escapar das amarras do “tradicional”, combinada com a firmeza de intenções necessária para evitar a divagação exagerada e desvinculada dos conteúdos científicos propostos. O momento de mudanças pelo qual passa a educação no Brasil como um todo e o CEFET-SP em especial ajudou a levantar barreiras contra inovações propostas. Além disso, a utilização oficial pelo CEFET-SP da Pedagogia Crítico-Social dos Conteúdos como norteadora das suas práticas educacionais, bem como a ênfase dada sobre a interdisciplinaridade, contribuiram também nesse sentido. Esperamos poder aprofundar e enriquecer estas práticas pedagógicas nos próximos anos.

Referências:

- 1) ZANETIC, J. *Física também é cultura*. São Paulo, Tese de doutorado-FEUSP, 1989.
- 2) BROWN, H. *Albert Einstein (Coleção Encanto Radical)*. São Paulo, Brasiliense, 1984.
- 3) SAGAN, C. *O Mundo assombrado pelos demônios*. São Paulo, Cia. das Letras, 1997.
- 4) MÁXIMO, A. e ALVARENGA, B. *Física (volume único)*. São Paulo, Scipione, 1997.
- 5) AMALDI, Ugo. *Imagens da Física*. São Paulo, Scipione, 1995.

PAINEL 10.3 - MONTAGEM DE UMA SALA AMBIENTE PARA O ENSINO DE FÍSICA: RECURSOS EXPERIMENTAIS DISPONÍVEIS NO MERCADO

Ana Maria S.T. França e Paulo França
e-mail: sala_ambiente@zipmail.com.br

Este trabalho é um recorte na pesquisa “Cotidianidade e produção do conhecimento” que foi idealizado pelo Prof.Dr. Mansur Lutfi -FE- UNICAMP e oferecido aos professores da E.E. Architilino dos Santos – 14 D.E. – S.P. – capital. -

A pesquisa realizada pelo Prof. Mansur consiste em verificar como os professores do ensino médio desenvolvem sua auto-formação continuada quando submetidos a uma condição favorável e desafiadora, e são chamados a fazer disso um objeto de pesquisa.

Deste modo a escola se organizou em sub-grupos de diferentes áreas de ensino, sendo que cada um concebeu e redigiu o seu próprio projeto de pesquisa.

O sub-grupo de ensino de Física escolheu como tema a “Montagem de uma sala ambiente para o ensino de Física”, recebendo para isso uma verba, via FAPESP, destinada à compra de material para a implantação da sala ambiente.

Assim foram comprados livros didáticos e para-didáticos, fitas de video, posters e equipamentos experimentais, que passaram a ser incorporado aos poucos no dia-a-dia escolar.

Apresentamos nesse trabalho uma análise dos equipamentos experimentais disponíveis no mercado e adquiridos pelo sub-grupo.

A análise considerou a inserção das atividades nas aulas e no plano de curso, a interação aluno/equipamento/professor, e o feedback proveniente dos alunos.

Sala ambiente

O tema “sala ambiente” foi escolhido pelo sub-grupo por acreditar que sua correta utilização gere uma melhoria no ensino/aprendizagem ao tornar as aulas mais atraentes e agradáveis aos alunos e professores. A intenção é sair de um ambiente estéril, e passar a um ambiente que traga a oportunidade de se relacionar diariamente com os fenômenos da natureza de maneira amigável. Ao ver um filme, fazer um experimento, montar um painel ou ler um texto, o aluno está sendo chamado a realmente participar do que se pretende ensinar.

Equipamentos experimentais

- Considerações sobre o uso do equipamento experimental

Para a elaboração das aulas nas quais seriam desenvolvidas as atividades práticas, os professores se desvencilharam de qualquer compromisso com essa ou aquela proposta pedagógica, tendo como preocupação o melhor uso das oportunidades oferecidas por cada conceito a ser trabalhado e pelo material que tínhamos em mãos.

Nas aplicações dessas aulas fomos definindo alguns aspectos que passaram a funcionar, em grande parte dos casos, como condição de contorno.

Os cálculos devem ser feitos pelo conjunto aluno/professor. Se o aluno tiver de fazer algum cálculo individual, que seja realmente necessário, nunca com o intuito de “tem de fazer alguma coisa”. Relatórios de atividades práticas devem ser pedidos apenas se estiverem inseridos e forem fundamentais dentro de um ciclo

didático. O mais recomendado é que se faça uma investigação/aproveitamento em tempo real da atividade, fechando com uma conclusão montada em consenso com os alunos. Os graus de liberdade de participação dos alunos variam caso a caso.

- Equipamento experimental utilizado

Em nossa pesquisa utilizamos material adquirido de três empresas.

A primeira empresa é a “Laborciência”, de quem adquirimos kits de experimentos confeccionados em plástico e organizados em três maletas (mais um plano inclinado), abrangendo quase todo o programa do ensino médio. São equipamentos de confecção simples, podendo muitas vezes ser substituído por algum arranjo elaborado pelo próprio professor. Talvez por isso, eles estejam num nível mais próximo e acessível aos alunos, facilitando assim seu manuseio/utilização. A idéia é que os alunos trabalhem em grupo, cada um com seu material, desenvolvendo a atividade sugerida pelo professor. As atividades, em sua maioria, são concretizações de enunciados dos problemas mais tradicionais, o que já traz um salto na qualidade de ensino, pois trabalha uma ciência experimental por meios que não apenas o giz e lousa. Permite fazer uma análise quantitativa e qualitativa dos fenômenos. Não encontramos uso para tudo que veio nas maletas, mas foi possível fazer uma boa seleção que tem nos ajudado no cotidiano escolar.

A segunda é o “Atelier de brinquedos científicos”, com montagens em madeira de experimentos para demonstração que dificilmente poderiam ser montados pelo professor. É um material que permite concretizar os fenômenos e fazer uma discussão qualitativa do assunto. A aula fica muita mais rica se, por exemplo, ao ensinarmos indução eletromagnética, mostrarmos um gerador onde ocorre o que foi dito. Os “brinquedos” são vendidos separadamente, o que possibilita ao professor uma boa liberdade ao montar seu repertório de demonstrações.

Por último, a “Marotech”. Esta empresa oferece uma linha de equipamentos mais refinados, confeccionados em metal, que permitem um tratamento quantitativo mais preciso. A proposta é semelhante a da “Laborciência”, porém é difícil imaginar nossos alunos de ensino médio lidando com o material. O ideal seria comprar um equipamento para cada grupo, mas pelo preço elevado, acabamos com apenas um exemplar de cada experimento. Assim, o que deveria ser uma atividade de manipulação, acabou se tornando uma atividade de demonstração, porém achamos válido mostrar aos alunos, por exemplo, como se determina um coeficiente de dilatação, ou como uma força se abre em duas componentes. Assim como na primeira empresa, as atividades são concretizações de enunciados clássicos, por isso acabam sendo facilmente inseridos no plano de curso normalmente utilizado.

Conclusão

Com o passar das aulas, fomos percebendo que não existe a melhor empresa ou a melhor atividade que sirva de regra para todas as situações. O que encontramos foram diferentes possibilidades, que podem ser utilizadas em conjunto ou isoladamente, de acordo com a ênfase/objetivo que cada professor tem ao tratar cada assunto.

O ideal é que o professor dedique um tempo para estudar o material que cada empresa oferece, comparando seus anseios com o que é oferecido, para só então selecionar o repertório de atividades que fará parte do curso. É importante frisar que alguns aspectos relacionados com o uso do equipamento só aparecem com sua aplicação em sala de aula, de modo que algumas vezes vemos novas frentes a serem exploradas, e outras, o planejado ir por água abaixo. Deste modo aconselhamos a compra de “equipamentos teste”, para se corrigir nossa expectativa em função do que é oferecido no mercado.

Como exemplo de um possível repertório, vamos distribuir o equipamento adquirido no plano de curso para a segunda série do ensino médio, tendo por base o livro “Física-termologia” do Paulo Ueno, da Editora Didacta.

Capítulo 1-Termometria: graduação de um termômetro (Laborciência)

Capítulo 2-Estudo do calor: curva de aquecimento água e glicerina (Laborciência)
atividades com calorímetro (Laborciência)

Capítulo 3-Mudanças de estado: patamares de mudança de estado da água (Laborciência)

Capítulo 4-Propagação do calor: hélice de convecção (Atelier)

Capítulo 5-Dilatação térmica: esfera que dilata (Atelier)
dilatômetro (Marotech)

Capítulo 6-Termodinâmica: turbina de Heron (Atelier)

PAINEL 10.4 - TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE FÍSICA: EXEMPLOS DE UTILIZAÇÃO DO “FISBIT”

Maria Regina D. Kawamura¹ e Sonia Salém²

Instituto de Física – Universidade de São Paulo

¹mrkawamura@if.usp.br ; ²sosalém@if.usp.br

O presente trabalho visa apresentar alguns exemplos de utilização do FISBIT¹, um banco de

referências de publicações de divulgação científica com matérias relacionadas à Física, destinado a professores especialmente do nível médio. Conforme expresso em trabalhos anteriores (Salém e Kawamura), o objetivo desse banco de dados é contribuir para a atualização do ensino de Física, estimular e oferecer subsídios ao professor para o tratamento de conhecimentos científicos e tecnológicos atuais, e sobretudo possibilitar que os conteúdos de Física tratados na escola ganhem maior abrangência e significado, propiciando o diálogo entre o conhecimento formal e o universo vivencial dos estudantes, entre a escola e o mundo contemporâneo.

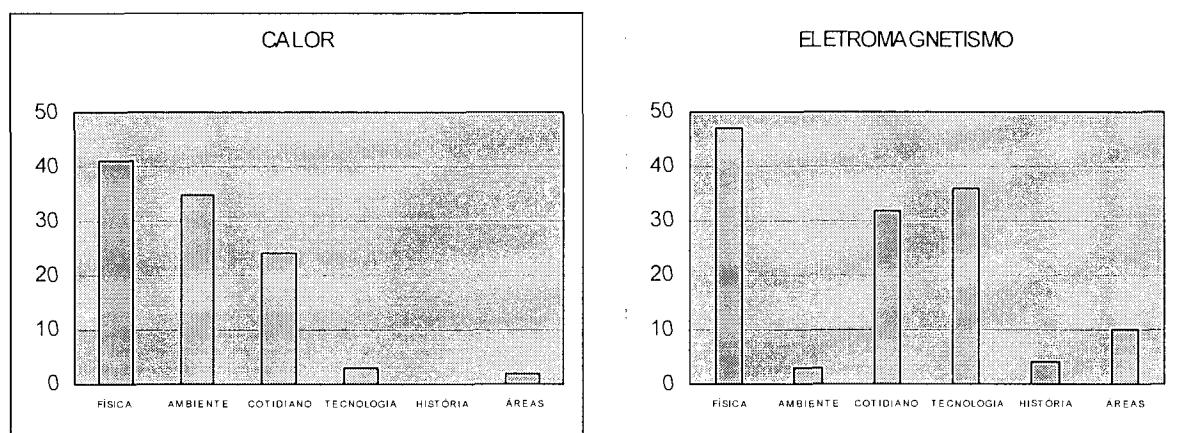
Tendo em vista tais objetivos, o FISBIT foi estruturado de tal modo a possibilitar ao professor ampliar o universo de relações entre temas e conteúdos da Física e outras dimensões do conhecimento que são contempladas por publicações de divulgação - dimensões sociais, tecnológicas, históricas, do cotidiano e com outras áreas de conhecimento - geralmente ausentes nos textos didáticos e ensino formal.

Referências de artigos, notícias ou respostas a perguntas de leitores de revistas ou jornais nacionais e livros são catalogadas no banco de dados e podem ser recuperadas pelo nome do autor, título e outras informações bibliográficas, bem como pelo assunto de interesse. Para esse último caso, pode-se encontrar uma referência segundo a temática que aborda ou através de palavras-chaves. Através dessa busca é possível, assim, estabelecer relações entre tópicos ou conteúdos formais de física e entre esses e outras áreas ou aspectos do conhecimento. Tal estrutura permite, mais do que o acesso às referências do material catalogado, a possibilidade de organizar e estruturar o conhecimento segundo aspectos e critérios diferentes.

Neste trabalho procuramos apresentar de um modo concreto alguns procedimentos e exemplos que identificam o potencial desse material para o trabalho do professor em sala de aula.

Em um levantamento dos temas usualmente trabalhados no ensino médio de Física, como "Mecânica", "Calor", "Eletromagnetismo", "Óptica", "Som" e "Energia", pode-se identificar diferentes dimensões com que esses temas aparecem nas publicações. As palavras-chaves relacionadas a esses temas foram classificadas segundo as dimensões identificadas: *conhecimento de física, cotidiano, ambiente, tecnologia, história e outras áreas*, revelando quais os enfoques e abordagens mais ou menos predominantes nas publicações para cada tema. É possível verificar, por exemplo, que aspectos históricos têm presença mais marcante na Mecânica; no Eletromagnetismo a dimensão tecnológica é predominante; na Física Térmica destacam-se os aspectos ambientais e na Óptica relações com o cotidiano. Os histogramas abaixo são dois exemplos dessa classificação.

A partir desse levantamento e selecionando-se algumas publicações, são apresentados alguns



exemplos concretos de como um dado conteúdo físico pode ser tratado de modo mais significativo ou abrangente, contemplando vínculos com a realidade, com o mundo atual, com aspectos sociais, etc.. ou ainda, como a partir de um tema da atualidade, "extra-curricular", é possível identificar conteúdos formais, aprofundar, enriquecer ou integrar o conhecimento de física.

Artigos, notícias ou respostas a leitores sobre bumerangues, piões, globo da morte, montanha russa ou salto em altura são alguns exemplos específicos de como em Mecânica é possível relacionar conceitos físicos a situações do cotidiano. Referências sobre telefone celular, TV a cabo, fax, CD-ROM, controle remoto, antena parabólica, cartão magnético, radar e outras inovações tecnológicas constituem exemplos que podem estabelecer uma ponte do eletromagnetismo com a atualidade, ao mesmo tempo que permitem introduzir conceitos da física contemporânea. Referências sobre efeito estufa, camada de ozônio, El Niño e outros fenômenos climáticos permitem identificar como, no estudo do calor, pode-se conferir abrangência a esse tópico da física, tratando de questões ambientais importantes e informações atuais, como também integrar e sintetizar conceitos da física térmica.

Esses e outros exemplos mostram que as publicações de divulgação científica podem constituir uma contribuição ao ensino. Ainda que sejam insuficientes para o aprendizado de Física do ponto de vista formal, por não terem características e objetivos didático-pedagógicos, pela abrangência que conferem aos conteúdos físicos e pelo potencial integrador desse conhecimento, essa publicações possibilitam, complementadas e integradas com o desenvolvimento formal da física, conferir maior *significado* ao que se aprende.

Se entendemos que aprender física é mais do que memorizar e aplicar fórmulas ou adquirir treinamento para resolver testes e questões de vestibular, mas ter a possibilidade de, através do conhecimento dessa ciência, compreender melhor o mundo à nossa volta, ter instrumentos para refletir e interferir nesse mundo, é necessário que o aprendizado tenha significado. E é com tal perspectiva que o uso deste e de outros recursos podem contribuir para uma proposta de educação que valorize, especialmente no nível médio, um conhecimento inserido no mundo atual, comprometido com a formação da cidadania.

Trabalhos apresentados:

1. KAWAMURA, Maria Regina D.; SALÉM, Sonia; O texto de divulgação e o texto didático: conhecimentos diferentes? V Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física, Águas de Lindóia, set./1996. In Resumos, p.17.
2. KAWAMURA, M. Regina D.; SALÉM, Sonia. Linguagens e conhecimentos na educação científica. II Encontro de Ensino de Ciências, Leitura e Literatura, 11º COLE - Congresso de Leitura do Brasil, Campinas, jul./1997.
3. SALÉM, S.; SANTOS, L.C.A dos; FUGIWARA, M.E.; KAWAMURA, M.R. Atualização e divulgação no ensino de física. XI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Niterói, jan./1995. In, Atas, SBF, p.347-8.
4. SALÉM, Sonia; KAWAMURA, M.Regina. "Fisbit": um banco de divulgação em Física. XII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Belo Horizonte, jan./1997.
5. SANTOS, Lilian C.A dos; SALÉM, Sonia. As perguntas do leitor em publicações de divulgação. XII Simpósio Nacional de Ensino de Física, Belo Horizonte, jan/1997. In Atas, p.420.
6. KAWAMURA, Maria Regina D.; SALÉM, Sonia. Dimensões da divulgação científica e sua inserção no conteúdo curricular de física. VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Florianópolis, out./1998. In Resumos, p.216.

Fontes de artigos de divulgação científica utilizadas:

Ciência Hoje , Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
Superinteressante, Editora Abril
Globo Ciência / Galileu, Editora Globo
Nova Escola, Editora Abril
Folha de São Paulo

PAINEL 10.5 - TRAJETÓRIA DE UM LANÇAMENTO HORIZONTAL

Marcio Eleotério Cunha¹ e Carlos Eduardo Laburi²

¹Licenciando no Departamento de Física da Universidade Estadual de Londrina:

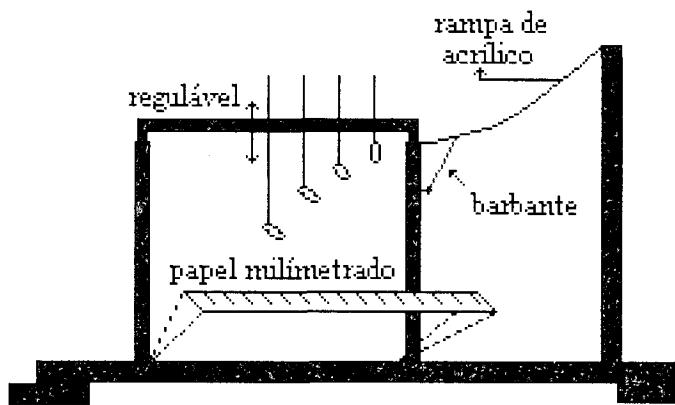
²Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, laburu@npdUEL.br

Este trabalho tem por objetivo propor um estudo experimental de um lançamento horizontal de uma bola empregando um equipamento totalmente mecânico.

O equipamento tem a vantagem de ser de baixo custo e seus materiais básicos podem ser facilmente adquiridos, como madeira, arame de solda, barbante, chapa de acrílico. Isto torna mais viável para a realidade dos alunos e colégios públicos que nem sempre tem condições de investir em equipamentos caros para fazer experimentos na disciplina de física. Para a construção também não há muitas dificuldades, de maneira que o aluno ou professor tem plenas condições de construir o equipamento com a utilização de ferramentas de uso doméstico.

Os equipamentos do mercado que servem para o mesmo objetivo, geralmente usam um estroboscópio e uma máquina fotográfica, com uma técnica de fotografia que nem sempre é trivial, além de uma sala totalmente escura. Tudo isto envolvendo um procedimento complicado para fazer o lançamento e um quadro de fundo especial para tirar as fotografias, que geralmente estão fora das condições dos professores e alunos do ensino público.

O equipamento consiste de uma estrutura de madeira com uma rampa e argolas de ajuste, conforme figura abaixo. Uma bola é lançada sempre da mesma altura e procura-se ajustar as argolas para que a bola passe por elas. A velocidade inicial é fornecida pelo professor e os alunos devem experimentalmente medir as posições das argolas por onde passou a bola. Tendo a velocidade inicial pode-se achar as coordenadas teóricas da bola e compará-las com as experimentais. A velocidade inicial da bola é calculada pelo professor através da altura. Como este cálculo envolve conteúdos de rotações que estão além do nível médio, fornece-se simplesmente o valor da velocidade inicial e a altura fixa de lançamento.



figura

FUNDAMENTO TEÓRICO ENVOLVIDO

Neste tipo de lançamento horizontal temos através da conservação da energia que:

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 \quad \text{eq.(1)}$$

onde:

mgh = energia potencial

$\frac{1}{2}mv^2$ = energia cinética

$\frac{1}{2}I\omega^2$ = energia cinética do corpo rígido em rotação

I = momento de inércia, que para a bola de aço é $= 2/5mR^2$

Substituindo o valor do momento de inércia na eq.(1) e isolando a velocidade temos:

$$v^2 = 10/7gh \quad \text{eq.(2)}$$

Para as coordenadas X e Y temos:

$$Y = \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{eq.(3)}$$

$$X = Vt \quad \text{eq.(4)}$$

Isolando t na eq.(4) e substituindo este t na eq.(3) temos:

$$Y = (g/2V^2) \cdot X^2 \quad \text{eq.(5)}$$

A equação (5) acima é a equação teórica que procuramos, onde para cada X experimental temos um Y teórico e vice-versa.

ALGUNS RESULTADOS EXPERIMENTAIS ENCONTRADOS E COMPARADOS COM OS TEÓRICOS

para $h = 17\text{cm} = 0,17\text{m}$;

para $V^2 = 2,38 \rightarrow V = 1,544\text{m/s}$

Dados experimentais

X	Y
0	0
0.1	0.013
0.16	0.049
0.23	0.106
0.31	0.185
0.45	0.396

Dados teóricos

X	Y
0	0
0.08	0.022
0.155	0.054
0.228	0.115
0.301	0.205
0.44	0.425

PAINEL 10.6 - SIMULAÇÃO DA MISTURA DE TINTAS UTILIZANDO LÂMINAS TRANSPARENTES COLORIDAS E RETROPROJETOR

Luiz Rammundo Moreira de Carvalho
Aldeia Escola de Niterói - Centro Educacional de Niterói - Niterói - RJ
e-mail: luizr@cen.g12.br

I – Objetivos.

Este trabalho tem como objetivo apresentar um recurso didático de baixo custo, que pode ser aplicado sem restrições por utilizar um instrumento presente na totalidade das escolas: o retroprojetor. A formulação desse recurso foi feita a partir dos conceitos de transmissão e absorção da luz em um meio translúcido, e sua

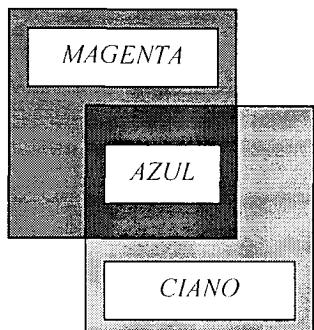
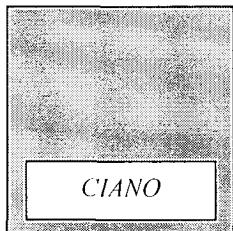
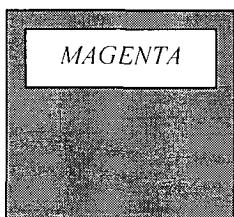
importância mostrou-se no momento em que os recursos experimentais tradicionalmente adotados apresentaram dificuldades em sua formulação e aplicação. Inicialmente foram utilizadas folhas de papel celofane, que depois foram substituídas por lâminas transparentes. A utilização de lâminas transparentes possibilita uma variação muito maior de situações, pois é possível tingi-las recorrendo a um programa de computador que tenha um editor de figuras, e uma impressora. Com isso, obtém-se um recurso didático de simples aplicação que proporciona uma maior variedade e qualidade de resultados do que os recursos tradicionalmente utilizados. No item a seguir é feita uma descrição mais detalhada do material didático.

II – Preparação das lâminas.

Primeiramente, foram criadas figuras de diferentes formas e cores, utilizando para tal a barra de ferramentas de desenho do Microsoft Word 7.0. Essas figuras foram então impressas em lâminas transparentes – transparências para impressoras jato de tinta. Em seguida, recortamos as figuras impressas.

III – Utilização das lâminas.

No retroprojetor, são colocadas algumas figuras. Algumas delas podem ser colocadas superpostas e outras separadas, para produzir um maior impacto visual. Em seguida, manipula-se as lâminas, superpondo-as e observando o efeito produzido. Pode-se também desfazer as superposições para serem observadas as cores originais ou superpor mais de duas cores. Abaixo está esquematizado um efeito produzido com duas lâminas de cores diferentes.



Antes da superposição das lâminas.

Após a superposição das lâminas.

IV – A Teoria Tricromática da percepção colorida.

A Teoria Tricromática da percepção colorida, ou Teoria de Young-Helmholtz, pode ser utilizada como modelo de explicação para alguns dos resultados observados. Segundo essa teoria, o olho humano é capaz de perceber basicamente radiações eletromagnéticas correspondentes às cores vermelha, verde e azul. Quando o olho é iluminado por apenas uma dessas cores enxergamos ela própria. Mas quando o olho é iluminado simultaneamente por duas dessas cores enxergamos as cores secundárias: amarelo, ciano e magenta. E quando o olho é iluminado simultaneamente pelas três cores, vermelha, verde e azul, enxergamos o branco.

V – Tintas: os fenômenos da reflexão e absorção da luz.

Para as tintas, as cores primárias são o amarelo, o magenta e o ciano. Essa denominação se deve ao fato das tintas de cores primárias absorverem somente uma das faixas coloridas do espectro da luz branca, enquanto que a tinta branca é capaz de refletir todas as cores do espectro. Portanto, a tinta magenta é capaz de refletir a luz magenta, ou seja, a composição das luzes vermelha e azul. Sendo assim, essa tinta é absorvedora da radiação verde. Da mesma forma, as tintas amarela e ciano são absorvedoras, respectivamente, da luz azul e da luz vermelha.

É possível então produzir as tintas de cores secundárias ao se misturar duas tintas de cores primárias. Por exemplo: quando se misturar as tintas magenta (absorvedora de luz verde) e amarela (absorvedora de luz azul), produz-se uma tinta de cor vermelha. Isto se justifica pela capacidade da tinta produzida de absorver tanto a luz verde quanto a luz azul, sendo capaz de refletir apenas a cor vermelha. Isso é claramente observado através da simulação da mistura de tintas, ao serem utilizadas uma lâmina amarela e uma lâmina magenta para a projeção de imagens superpostas no retroprojetor.

VI – Resultados obtidos em sala de aula.

Este novo recurso didático foi aplicado em escolas de nível fundamental e médio, onde se obteve resultados superiores aos recursos experimentais tradicionalmente utilizados, e apresentado na Universidade Federal Fluminense. Além dos aspectos de baixo custo e fácil aquisição do material necessário para a implementação da proposta, foi possível avaliar a receptividade dos alunos. Na aplicação desta proposta, o professor assumiu o papel de orientador e fomentador de debates, enquanto que os alunos foram autônomos na superação de dúvidas e problemas – agentes ativos no processo ensino-aprendizagem.

Quando a escola possuir os equipamentos necessários para a produção das lâminas, os alunos, além de vivenciarem a atividade propriamente dita, poderão criar novas situações experimentais produzindo suas próprias lâminas transparentes coloridas.

PAINEL 10.7 - CONTRIBUIÇÃO DE VÍDEOS DA SÉRIE SHOW DE CIÊNCIA PARA O ENSINO DE FÍSICA

Maria Regina Dubenx Kawamura (e-mail: mrkawamura@uspif.if.usp.br) e Edivaldo Gomes de Lima (e-mail: edivas@zipmail.com.br)

Instituto de Física, Universidade de São Paulo

Cada vez tem sido mais frequente a produção e veiculação de vídeos relacionados à educação científica nos meios televisivos. Embora seja consenso que os vídeos têm uma importante contribuição para o Ensino de Física, esse recurso de fato coloca um novo problema para o professor que se depara com cada nova série de vídeos: de que tratam? como utilizá-los? Tendo presente essa questão, esse trabalho pretende analisar os vídeos da Série Show de Ciência, veiculada pela TV Cultura de São Paulo e disponíveis na Videoteca do IFUSP. Trata-se de uma produção da Rádio Quebec e Telefilme do Canadá, constituída por um total de 73 capítulos, com duração média de 26 minutos cada, abordando temas pertencentes a diversas áreas do conhecimento, desde Biologia, passando pela Matemática e Física, até a apresentação e discussão de temas contemporâneos, como Biotecnologia, Rumos da Medicina ou novos materiais. A proposta desta série é uma abordagem didática, com intuito de promover a divulgação científica, utilizando diversos recursos audiovisuais e de imagens computadorizadas. Realizamos, inicialmente, uma caracterização geral dos temas abordados e da linguagem utilizada no conjunto da série. Em seguida, selecionamos dentre o conjunto geral aqueles títulos que se relacionam mais especificamente à Física, como por exemplo, "O tempo", "O frio", "A visão", "Física e fisiologia esportiva", etc.

Nesse casos, promovemos sua análise procurando identificar conteúdos abordados, sua relação com o programa curricular, conhecimentos exigidos e conhecimentos que de fato promovem. Uma característica que se desprende dessa série é seu caráter interdisciplinar, tendo sido essa também uma categoria por nós analisada e discutida no material das fitas. A partir desse elementos, são discutidas as possíveis contribuições e limitações para a utilização desses vídeos em sala de aula.

Apoio: Capes

PAINEL 10.8 - UM EXEMPLO ALTERNATIVO DE ROTEIRO EXPERIMENTAL DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Nestor Davino Santini¹, Inés Prieto Schmidt², Leandro Barros da Silva³ e Eduardo Adolfo Terrazzan⁴

¹Escola Agrotécnica Federal de São Vicente do Sul - RS

²Centro de Ciências Naturais e Exatas/ UFSM - RS

³Núcleo de Educação em Ciências/ Centro de Educação/ UFSM - RS

⁴Centro de Educação/ UFSM - RS

Introdução

O roteiro experimental de Física é alternativo porque oportuniza aos alunos uma reflexão mais aprofundada e conduz o aluno passo-a-passo no desenvolvimento de um raciocínio que o faz pensar. Este roteiro experimental se insere no conteúdo programático de cada escola.

O grupo de professores de Física responsável pela elaboração desta atividade iniciou os trabalhos com reuniões semanais, onde discutimos uma forma de elaborar um roteiro experimental permitindo aos alunos novas formas de participação em sala, pois não segue nenhum modelo já existente em livros e manuais. A atividade escolhida baseia-se no estudo de molas e a forma de encaminhá-lo segue três etapas: previsão, observação e formalização.

Os alunos que estão realizando esta atividade experimental compõem uma turma da segunda série do Curso Técnico em Agropecuária da Escola Agrotécnica Federal de São Vicente do Sul, RS, onde os alunos são provenientes de vários municípios vizinhos à cidade de São Vicente do Sul.

Metodologia

O ponto de partida para aplicação da atividade foi a prática pedagógica dos professores do ensino médio. O requisito básico para a aplicação da atividade foi que os professores integrantes do projeto

deveriam antes efetuar a experiência e passar por todas as etapas que os alunos posteriormente passariam, com o objetivo de detectar falhas e dificuldades para orientar a elaboração do roteiro.

As atividades realizadas durante os encontros semanais de professores seguiram seis etapas:

- 1º Pesquisa, seleção e estudo de artigos experimentais de manuais e livros de Física;
- 2º Realização das experiências selecionadas;
- 3º Elaboração conjunta de roteiros para orientar o trabalho em sala de aula;
- 4º Elaboração de relatos da aplicação das atividades experimentais por parte dos professores participantes;
- 5º Análise dos relatos para reestruturar os roteiros;
- 6º Análise dos relatórios dos alunos.

A previsão feita para a aplicação da atividade experimental com molas foi de três horas-aula.

Os alunos de uma turma escolhida foram divididos em grupos onde cada grupo recebeu o material necessário para a realização da atividade experimental. Os materiais distribuídos foram: duas molas com diferentes características, massas aferidas (usamos pregos de tamanho médio), régua, barbante, recipiente para colocar as massas aferidas.

O roteiro foi dividido em três atividades, sendo que em cada uma foram elaboradas questões para discutir a caracterização da mola, a associação de molas e a formalização do "modelo".

Na primeira parte do roteiro, os alunos responderam a perguntas, formuladas com a intenção de discutir as situações em que ela se encontra no dia-a-dia, como por exemplo, "o que é uma mola? Para que serve uma mola? Onde você as localiza? Quais são as características de uma mola? Como relacionar estas características?"

Na segunda parte, os alunos relacionaram as características das molas confeccionando gráficos de força em função da deformação. A seguir, encontraram a constante elástica de cada mola.

Foi realizada uma discussão qualitativa sobre a associação em série e em paralelo de duas molas.

Os alunos estabeleceram previsões na relação existente entre a força aplicada e a elongação da mola nos seguintes casos:

- a) Cada mola individualmente e associação em série de duas molas;
- b) Cada mola individualmente e associação em paralelo de duas molas.

No estudo das previsões de associação de molas foi feita uma demonstração e chegou-se a uma expressão da constante elástica equivalente para as duas associações (série e paralelo).

Finalmente na última parte, partimos para a formalização do modelo e verificação das previsões. Realizamos a atividade experimentalmente com uma associação em série e em paralelo.

Os alunos confeccionaram os gráficos de força x deformação para associação em série e em paralelo e encontraram o valor da constante elástica para cada caso.

Os valores das constantes elásticas das associações de mola foram comparados com as expressões feitas na previsão e calculadas as diferenças percentuais.

Resultados

Na aplicação da atividade, observou-se que o tempo inicialmente previsto não foi suficiente para alcançar os objetivos propostos. Pela análise do professor, isto deveu-se ao novo método de ensino-aprendizagem, em que é solicitado aos alunos refletir sobre uma situação apresentada.

O diário do professor foi elaborado ao final de cada atividade do roteiro experimental com vistas a investigar possíveis falhas na aplicação e reformulação no planejamento.

Observou-se uma certa dificuldade por parte dos alunos na tomada de valores, leitura com a régua, a construção de uma tabela de dados relevantes. Também observou-se a falta de prática matemática na confecção de gráficos e na escolha de escalas.

A maioria dos alunos, ao confeccionarem os gráficos, tinha a tendência de unir ponto a ponto e não traçarem uma reta média que passasse pela maioria dos pontos.

As modificações no roteiro inicialmente elaborado deverão ser:

1. Aumentar o tempo previsto de 3 horas-aula para 5 horas-aula;
2. Como introdução ao roteiro experimental, abordar alguns assuntos como: escalas, confecção de gráficos, associação em série e paralelo;
3. Modificar uma das questões do roteiro, em que era solicitado aos alunos obter uma expressão da constante elástica equivalente para as associações em série e paralelo das molas: "Utilizando as medidas de força e elongação obtidas anteriormente, determine o valor numérico da constante elástica para cada associação". Esta modificação está sendo proposta pois notamos uma dificuldade dos estudantes em manipular expressões matemáticas literais.

Conclusão

A atividade experimental aplicada aos alunos não é um roteiro estático. Pode e deve ser mudado à medida que o professor encontre novas formas de facilitar o aprendizado do aluno.

PAINEL 10.9 - AS PESQUISAS SOBRE IDÉIAS ESPONTÂNEAS EM TERMOLÓGIA E A PRÁTICA EM SALA DE AULA

Marina de Lurdes Machado¹ e Ivanilda Higa²

¹Colégio Estadual Genésio Moreschi - Licencianda em Física /UFPR - marina@fisica.ufpr.br

²Departamento de Teoria e Prática de Ensino/UFPR - ivanilda@eduacao.ufpr.br

A área de pesquisas em Ensino de Física está bastante desenvolvida, e especificamente nas investigações sobre as idéias espontâneas dos estudantes, pode-se encontrar muitos trabalhos, com os mais diversos enfoques. Acreditamos que uma questão que poderá vir a contribuir para esta área é a pesquisa sobre a viabilização de propostas para o ensino em sala de aula, com base nos mapeamentos já realizados.

Buscando um melhor entendimento dos resultados apresentados por pesquisas que se referiam às idéias espontâneas dos estudantes em Termologia, especificamente no tema Calor e Temperatura, optamos por fazer uma investigação em sala de aula, explorando as idéias espontâneas dos nossos alunos. Nosso objetivo é buscar uma forma de utilizar os resultados das pesquisas na sala de aula, e para isso, optamos pelo planejamento de um ensino teórico-experimental.

Na leitura dos artigos focalizamos nossa atenção na metodologia de pesquisa, nos instrumentos utilizados, e principalmente sobre as idéias espontâneas levantadas pelos trabalhos. Utilizamos também como base um estudo realizado pelo grupo do projeto de extensão no Laboratório de Ensino e Aprendizagem de Matemática e Ciências Físicas e Biológicas. Segundo os estudos efetuados, algumas idéias que prevalecem nas explicações dos estudantes são: a) algumas substâncias contêm “calor” e portanto são “quentes”, outras contêm “frio” e portanto são “frias”. Existe, assim, dois tipos de calor: “calor quente” e “calor frio”; b) calor é algo como uma substância, que pode ser “ar” ou “vapor”; c) temperatura é a medida da mistura do calor quente com o calor frio incidindo sobre um objeto, alguns objetos contém a mistura do quente e do frio.

Para realizarmos o trabalho, inicialmente utilizamo-nos de um questionário, com dois grupos de alunos: um de sétima série do ensino fundamental, que ainda não haviam estudado formalmente o conteúdo em questão (aqui denominado de **grupo 1**), e outro de segunda série do ensino médio, que já haviam estudado o conteúdo regularmente no primeiro semestre deste ano letivo de 1998 (aqui denominado de **grupo 2**). Convém lembrar que uma das autoras deste trabalho é a professora de Física do grupo 2.

O questionário consta de quatro questões, adaptadas dos artigos pesquisados sobre os seguintes assuntos: Calor e Temperatura, Equilíbrio Térmico, Temperatura do Corpo Humano e Transmissão de Calor.

Uma análise preliminar das respostas dos estudantes surpreendeu-nos. Acreditávamos que no grupo 1 prevalescessem as idéias espontâneas - calor como substância, inconstância da temperatura corpórea, etc - porém não esperávamos que isso pudesse ocorrer de forma tão acentuada no grupo 2, uma vez que esses alunos já haviam estudado formalmente os conteúdos. No entanto, mesmo neste grupo a maioria dos estudantes continuam com as idéias espontâneas predominando sobre as científicas, conforme observamos pelas respostas dadas ao questionário.

Na primeira questão, aproximadamente metade dos alunos acham que derreterá primeiro o cubo de gelo que está sobre a mesa de metal. Entretanto, suas justificativas não correspondem às explicações científicas, ou seja, os que acham que derreterá primeiro o cubo de gelo sobre a madeira consideram-na “quente”. Esta justificativa mostra a idéia de que a madeira possui a propriedade de ser “quente”. Aqueles que escolheram o metal, também apresentam justificativas não científicas, ou seja, o metal é “frio”, semelhante ao gelo. Um número muito pequeno de alunos justificou através da condução térmica e, curiosamente, dentre estes, a maioria era do grupo 1. Desta mesma forma, na terceira questão a maioria considera que “quente” ou “frio” são características dos materiais, ou seja, o garoto sente o pé que pisou na madeira mais quente porque ela (a madeira) é “quente” e, na cerâmica sente-o mais frio porque a cerâmica é “fria”. Novamente observamos que a idéia espontânea do calor como substância é muito forte nas respostas dos alunos.

Analizando a segunda questão percebemos que a maioria não admite a constância da temperatura corpórea, e também não entende o equilíbrio térmico. No entanto, a maioria acha que a nossa temperatura é maior que a dos objetos. É interessante observar que no caso da temperatura do gato, a justificativa recai sobre o pelo do mesmo.

Para a quarta questão, a maioria acha que sentiria mais quente a colher de metal. Neste caso a justificativa aproxima-se do conceito científico aceito atualmente, ou seja, o metal “conduz” calor mais facilmente.

Usando como base as concepções evidenciadas pelo questionário, planejamos um ensino com atividades teórico-experimentais para o grupo 1 e experimentais para o grupo 2. Inicialmente trabalhamos em laboratório a questão do tato, mostrando para os alunos que o mesmo não é confiável e que só o termômetro pode nos dar uma medida científica da temperatura. Para isto utilizamos a experiência clássica dos três baldes de água, em diferentes temperaturas. Apresentamos também um vídeo sobre dilatação térmica, para que os alunos compreendessem o funcionamento do termômetro, e outro sobre condução de calor. Trabalhamos a

condução térmica em diferentes materiais mostrando que alguns são bons condutores de calor e outros não. Todas as aulas de laboratório foram filmadas e discutidas com os alunos em aula posterior.

Após realizada esta etapa em sala de aula e laboratório, utilizamos novamente um questionário, sobre os mesmos conteúdos presentes no anterior, objetivando uma análise das possíveis evoluções nas explicações dos estudantes, esperando que essas se aproximasse dos conceitos científicos atualmente aceitos.

Acreditávamos que o ensino teórico-experimental pudesse ajudar os alunos do grupo I a construir um conceito para calor e temperatura que se aproximasse da concepção científica, e através da experimentação esperávamos auxiliar os alunos do ensino médio a ultrapassarem os obstáculos já acumulados, uma vez que isso não havia ocorrido durante o ensino teórico pelo qual passaram durante o primeiro semestre deste ano.

Percebemos uma evolução substancial nas explicações, entretanto alguns (em torno de 20%) ainda permanecem com algumas dificuldades. A idéia de calor como substância, já evidenciada nos artigos pesquisados, é muito forte e difícil de ser ultrapassada. No entanto, acreditamos que estamos no caminho certo e o trabalho deve ser continuado, ajudando os alunos nessa mudança de cultura - da espontânea para a científica.

Referências bibliográficas:

1. ERIKSON, G. L. Children's conceptions of heat and temperature. *Science Education*, 63 (2): 221-230, 1979.
2. GUERRERO, S. J. etti alli. Descubriendo las ideas de los niños. Calor y Temperatura. *Revista Mexicana de Física*, 37 (1): 124-135, 1991.
3. HIGA, I., SBRUZZI, L. F. Concepções espontâneas: Termologia. Trabalho apresentado a disciplina Raciocínios Alternativos e Aprendizagem em Física. IF-USP, São Paulo, 1994.
4. SHAW, R. How do you teach heat in schools? *Physics Education*, 9 (1): 73-4, 1974.
5. VILLANI, A. Idéias espontâneas e Ensino de Física. In: Ensino de Física. Dos Fundamentos à Prática. Vol. I, SE/SP-CENP, São Paulo, 1988.

PAINEL 10.10 - PROJETO DE UM DESLOCADOR DE ESPELHO PARA A MEDIDA DO COMPRIMENTO DE ONDA DA LUZ ATRAVÉS DE UM INTERFERÔMETRO DE MICHELSON

Francisco Catelli¹ e Rodrigo Bernardi²

¹Professor, Departamento de Física e Química, Universidade de Caxias do Sul (Fcatelli@UCS.TCHE.BR).

²Bolsista BIC – CNPq. Departamento de Física e Química, Universidade de Caxias do Sul (RBernardi@UCS.TCHE.BR).

Os deslocadores mecânicos acoplados a sistemas de medida na faixa do comprimento de onda da luz visível encontrados no mercado são de alto custo ; a versão aqui descrita, para uso num interferômetro de Michelson, na qual o deslocamento de um dos espelhos é obtido através da dilatação térmica de um ferro de solda, é de baixo custo e fácil confecção. A parte mais dispendiosa do sistema consiste no relógio comparador, com resolução de um micrometro. O projeto de um tal transladador é descrito, bem como os resultados obtidos.

O problema : um exercício de laboratório de grande valor didático consiste na medida do comprimento de onda da luz através de um interferômetro de Michelson . O deslocamento (perpendicular ao plano) de um dos espelhos provoca o movimento das franjas de interferência, e a passagem de, por exemplo, duas franjas claras sucessivas por um determinado ponto implica num deslocamento do espelho de meio comprimento de onda da luz. O problema consiste no custo (aliado em geral à necessidade de importação) de um dispositivo que, por um lado, facilite o movimento suave de um dos espelhos e, pelo outro lado, permita a medição mecânica deste deslocamento.

A solução encontrada : O dispositivo criado para resolver o problema consiste num ferro de solda de 25 W, 220 V, ligado em 110 V, de modo a aquecer menos e mais lentamente. Este foi acoplado a um suporte metálico ; a fixação deste suporte na mesa (também metálica) foi feito através de imãs de alto falantes descartados. No lugar da ponteira de solda foi colocado um suporte para o espelho (foi empregado um espelho de primeira face, retirado de uma balança de precisão fora de uso, e colado no suporte com cola cianoacrilato. No centro geométrico do suporte foi feito um rebaixe, de modo a permitir o apoio da esfera de medição da haste do relógio comparador. A figura 1 dá uma idéia geral do dispositivo.

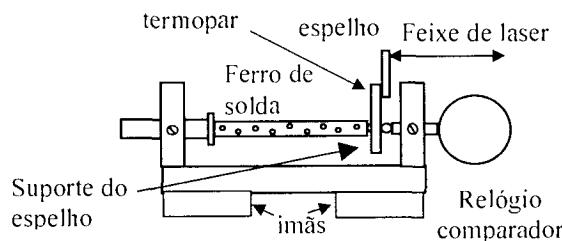


Figura 1- Quando o ferro de solda é ligado, o corpo metálico deste dilata, e o deslocamento é medido através do relógio comparador. O movimento do espelho, localizado num dos ramos de um interferômetro de Michelson, provoca o deslocamento das franjas de interferência, as quais são contadas. Este procedimento leva à medida direta do comprimento de onda da luz.

O projeto do dispositivo : uma vez imaginado o dispositivo acima descrito, uma das primeiras questões levantadas foi : quanto vai dilatar o corpo do ferro de solda ? em quanto tempo ? Será possível a contagem (visual) das franjas de interferência ? Uma estimativa da velocidade de dilatação da haste seria possível desde que conhecida a evolução da temperatura no tempo do dispositivo ; para conhecê-la, decidiu-se medi-la, a intervalos regulares, através de um termopar.

A velocidade de avanço da extremidade do ferro de solda pode ser estimada considerando que a variação do comprimento deste (Δl) é proporcional à variação da temperatura (Δt) ($\Delta l = l_0 \alpha \Delta t$). A derivada da variação de temperatura em função do tempo, multiplicada por $l_0 \alpha$ fornece uma boa aproximação da velocidade de avanço do espelho. Tal estimativa é importante pois permite saber se há possibilidade de contagem visual das franjas. (Sempre é possível projetar e construir um dispositivo contador de franjas, mas optou-se por simplificar o procedimento). O gráfico (fig. 2) dá a velocidade de avanço da haste em função do tempo ; os valores de α e de l_0 foram, respectivamente, os seguintes : $11 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ e 8 cm. Todo este procedimento envolve uma aproximação, qual seja : a temperatura do ferro de solda (medida na extremidade deste, ver figura 1) é uniforme em toda a peça. Isto, evidentemente, não é correto, mas tendo em vista que o aquecimento é lento, pode-se considerar a aproximação como razoável. Na execução propriamente dita do experimento constatou-se que a velocidade de avanço das franjas estava dentro do previsto, com menos de 20 % de diferença. A medição foi realizada aproximadamente 100 segundos após a ligação do ferro de solda, de modo que a velocidade das franjas fosse de aproximadamente uma por segundo, facilitando assim a contagem. Outra vantagem de iniciar a medição com o relógio comparador já em movimento é a de que as eventuais folgas mecânicas deste terão sido, em boa parte pelo menos, compensadas.

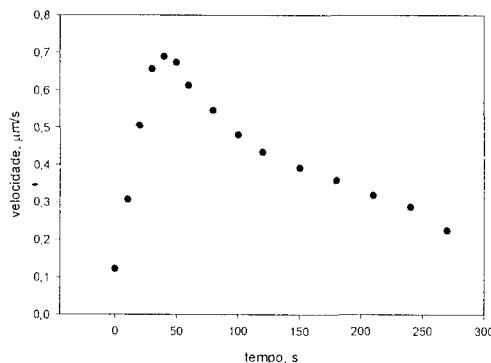


Figura 2 : Velocidade de avanço da extremidade do ferro de solda, em micrometros, em função do tempo, em segundos. Este gráfico foi obtido derivando numericamente a temperatura do ferro de solda (lida através de um termopar) em função do tempo.

O procedimento de medição : O dispositivo descrito acima foi montado num dos ramos de um interferômetro de Michelson ; com o ferro de solda ligado, observou-se o movimento do ponteiro do relógio comparador. Por ocasião da passagem do ponteiro deste sobre uma das marcas do mostrador, iniciou-se a contagem, após 50 franjas, foi interrompido o processo, anotando-se o deslocamento do ponteiro do relógio durante este tempo. A incerteza na contagem foi estimada em uma franja, já que não foi tomado um cuidado especial sobre a posição da franja no campo de visão no início e fim da medição. A lente expansora é convergente, de distância focal aproximada de 15 mm. O relógio comparador empregado tem resolução de 1 μm .

Resultados obtidos : A contagem das franjas foi feita contando zero para a primeira franja clara que sai do campo de visão, um para a franja seguinte e assim por diante. O intervalo entre o desaparecimento de uma franja clara e o desaparecimento da seguinte corresponde a um deslocamento do espelho de meio comprimento de onda. A passagem de uma franja para a seguinte implica num movimento de meio comprimento de onda do espelho. Para uma passagem de 50 ± 1 franjas foi lido um deslocamento de $16 \pm 0,3$ μm no relógio comparador, o que dá um comprimento de onda da luz do laser He Ne de $(0,64 \pm 0,025)$ μm , em excelente concordância com o valor de tabela, $0,6328 \mu\text{m}$, para o referido laser. As medições foram repetidas um dezena de vezes, sempre com resultados muito próximos ao acima descrito, e dentro da incerteza calculada. (Para maiores detalhes sobre uma montagem simplificada do interferômetro e a calibração do termopar, contatar os autores por Email).

PAINEL 10.11 - PRODUÇÃO DE EXPERIMENTOS DE ELETRICIDADE E MAGNETISMO: UMA PARCERIA DOCENTE/DISCENTE

Aparecida Valquíria Pereira da Silva¹ e Ligia Maria de Oliveira Ruggiero²

¹Professora Assistente Doutora do Dep. Física – Fac. Ciências- UNESP/C. Bauru

e-mail: avps@bauru.unesp.br

²Professora Assistente Doutora do Dep. Física – Fac. Ciências- UNESP/C. Bauru

e-mail: ligia@bauru.unesp.br

O objetivo do projeto foi desenvolver uma proposta de ensino experimental de eletricidade e magnetismo, em circuitos elétricos e corrente alternada para atender aos currículos dos cursos de Engenharia e Tecnologia, Computação e Física, com a parceria dos discentes e docentes. Foram desenvolvidas as atividades experimentais: (1) Medidas de corrente e tensão alternadas e formação de figuras de Lissajous; (2) Circuito R C série; (3) Circuito R L série; (4) Circuito R L C série; (5) Díodo e (6) Transformação de sinal de corrente contínua e alternada. O desenvolvimento das atividades de ensino experimental exigiu a apropriação do conhecimento específico de Física pelo grupo de alunos mediado pelo professor orientador, a apropriação do conhecimento pedagógico relacionado ao ensino experimental e o desenvolvimento de habilidades em relação ao planejamento, execução e avaliação de tal ensino., que foi realizado nas seguintes etapas: (a) Planejamento do experimento (estudo tutorial do conhecimento específico); (b) Levantamento bibliográfico de experimentos similares; (c) Desenvolvimento da atividade protótipo de experimento; (d) Desenvolvimento dos textos; (e) Testagem do experimento; (f) Avaliação da proposta e (g) Reformulação. O projeto foi desenvolvido pela primeira vez em 1997, com todas as turmas da disciplina Laboratório de Física IV e em 1998, após a avaliação das atividades. A avaliação foi realizada a partir da produção dos participantes, do desempenho dos mesmos em provas, da observação e entrevistas. Os resultados parecem apontar para um ensino de atividade experimental em que o eixo transmissão do conhecimento deixa de ser enfatizado, oportunizando a participação discente na construção do conhecimento, o que aparentemente contribuiu para um melhor desempenho e o desenvolvimento de habilidades e competências além daquelas instrumentais e características do trabalho experimental.

ÓRGÃO FINANCIADOR: PADCT/CAPES/ SPEC

PAINEL 10.12 - ALGUMAS CONCEPÇÕES SOBRE ENSINO E PESQUISA EM FÍSICA: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO UTILIZANDO ELEMENTOS DE HISTÓRIA DE VIDA

Rosa Maria Moraes Annuciato de Oliveira¹ e Hilda Maria Monteiro²

¹Programa de Pós-Graduação em Educação - Univ. Fed. de São Carlos - rmmannuciato@uol.com.br;

²Programa de Pós-Graduação em Educação - Univ. Fed. de São Carlos - hilda.monteiro@zaz.com.br

Este é o relato de um estudo exploratório sobre como os professores pesquisadores pensam a relação ensino-pesquisa na universidade. Sobre este tema há ainda poucos trabalhos publicados. Fávero (1998)¹ observa que é reduzido o número de pesquisadores trabalhando a temática da educação superior. Na mesma direção, Suasnabar, Seoane e Deldivedro (1998)² assinalam que, mundialmente, esses estudos têm uma larga tradição mas na América Latina é uma área que lentamente vai ganhando interesse.

A questão norteadora do nosso estudo foi enunciada como: quais as concepções que professores universitários com formação e atuação como pesquisadores têm sobre ensino, sobre pesquisa e sobre a relação entre ambos?

Participaram deste estudo dois professores pesquisadores da área de Física, que trabalham em universidades diferentes e aqui serão identificados por Professor 1 (P1) e Professor 2 (P2). O Professor 1 graduou-se em Engenharia Química, fez mestrado em Física e doutorado em Ciências de Materiais. É professor pesquisador desde 1972. O Professor 2 fez graduação, mestrado e doutorado em Física. É professor pesquisador desde 1975. Ambos realizaram pós-doutorado no exterior. Os participantes foram indicados pelos seus pares atendendo aos seguintes critérios de seleção previamente definidos: ter uma produção científica relevante e demonstrar compromisso com o ensino na graduação. A área de Física foi escolhida por nos permitir a inserção na temática da formação profissional sem enveredar na análise dos conteúdos específicos, pela nossa pouca familiaridade com o tema.

Os dados foram coletados através de depoimentos em entrevistas semi-estruturadas individuais com cada participante. O termo “depoimento” significa o relato de algo que o informante efetivamente presenciou, experimentou ou de alguma forma conheceu e é um dos elementos da história de vida (abordagem biográfica)³. Estudos têm apontado que a construção do desenvolvimento profissional é pessoal e se dá ao longo do exercício da carreira^{4,5}. Mostram que a forma de atuar, além de ter como base o conhecimento do conteúdo da disciplina e da metodologia de ensino, incorpora também as vivências pessoais.

Tendo como referência tais estudos, as entrevistas foram elaboradas a partir de três eixos. O primeiro focalizava em quais contextos de vida se deu a opção pela pesquisa e pelo ensino. Em seguida, eram abordados os modelos de professor e de pesquisador presentes no processo de formação e também os

modelos que os entrevistados consideram ideais. Finalmente, focalizamos a relação ensino e pesquisa. O caráter exploratório deste trabalho não pressupõe uma análise aprofundada de conteúdos específicos nem o estabelecimento de nexo causal entre os vários momentos da história de vida, mas permite apontar relações entre situações similares ou não, procurando extraír algumas compreensões sobre o fenômeno estudado.

Como os estudos têm indicado, no nosso trabalho percebemos que os fatores presentes no exercício profissional dos professores pesquisadores se relacionam à vida pessoal, aos modelos com que conviveram, os tipos de experiência a que foram expostos. Por outro lado também mostrou-se muito relevante o processo de escolarização pelo qual os professores pesquisadores passaram: quando se deu a formação, em que tipo de instituição ela teve lugar, quem foram os seus professores. Tiveram ainda um peso bastante grande na competência construída o ambiente de trabalho em que eles desenvolveram sua prática docente, os papéis e funções desempenhados e os desafios enfrentados.

As condições institucionais constituíram-se em referências para o exercício profissional. Para P2, o gosto pelo ensino tem sua origem na formação humanista recebida no colégio num ambiente intelectual altamente estimulante. P1 cita outras características institucionais que o levaram ao exercício da docência: inicialmente não tinha intenção explícita de ser professor mas a demanda por emprego de pesquisador era maior nas universidades que nos institutos de pesquisa. Tornou-se então professor pesquisador e considera que este tem sido o caminho natural de quem quer trabalhar em pesquisa. O exercício da pesquisa também é influenciado pelas condições institucionais. Ambos incluem nas características do bom pesquisador os aspectos da realidade contemporânea. P2 chama a atenção para as poucas condições para o desenvolvimento da pesquisa no Brasil. Para P1, o fato de um pesquisador ter muitos trabalhos publicados e ser uma liderança científica em sua área não implica numa maior contribuição para o mundo.

A concepção da relação ensino e pesquisa bem como o ideal de professor apareceram fortemente vinculados à vivência pessoal. A relação ensino pesquisa na graduação, para P2, está ancorada na sua experiência como aluno de graduação. Seus professores não tinham doutorado, alguns eram recém-mestres, outros eram egressos da graduação. O que ele recorda com clareza é que eles tinham dedicação e desenvolviam um ensino estimulante. Na sua opinião, esses professores não estavam produzindo conhecimento novo. Eles tinham bons conhecimentos adquiridos, transmitiam de uma maneira bastante adequada e conseguiam motivar os alunos. Por essa experiência como estudante não considera fundamental o atrelamento ensino pesquisa na graduação. Entretanto, a pós-graduação trabalha com produção de conhecimento de fronteira, que segundo ele é um outro nível do saber. Além disso, a pós-graduação está formando o pesquisador e é importante que o professor pesquisador transmita a sua experiência.

P1, tendo por base sua experiência, afirma que esse é um problema de atitude, pois um mesmo curso com o mesmo conteúdo, com os mesmos alunos e um professor com menos experiência, não funciona da mesma forma. A diferença está na capacidade para responder as perguntas, para participar do debate, para propor os experimentos, para discutir os erros e para promover a reflexão sobre o que está sendo feito.

Nos dois depoimentos as pessoas que se constituem em referências para a vida profissional atual não foram marcantes exclusivamente pela competência teórica mas esta influência está vinculada a outros fatores como o relacionamento com os alunos e com o conteúdo a ser ensinado e aprendido.

Esse estudo mostrou que as concepções dos nossos entrevistados sobre o exercício profissional do ensino e da pesquisa não podem ser vistas de forma autônoma, estando fortemente vinculadas à vivência pessoal e institucional. Nesse sentido, aponta a reflexão sobre a experiência vivida como um importante espaço de formação e um campo promissor para os estudos sobre o desenvolvimento profissional na área.

BIBLIOGRAFIA:

1. FÁVERO, Maria de L. A. O GT de política de educação superior: trajetória e perspectivas. *XXI Reunião anual da ANPED*. Documento de trabalho (mimeo), Caxambu, MG, 1998.
2. SUASNABAR, Cláudio, SEONE, Viviana e DELDIVEDRO, Vanessa. Modelos de articulación académica: cultura e identidades de los docentes-investigadores de la Universidad Nacional de La Plata. (UNLP/Argentina). *XXI Reunião anual da ANPED*. Documento de trabalho (mimeo), Caxambu, MG, 1998.
3. SIMSOM, Olga M. V. *Experimentos com histórias de vida: Itália-Brasil*. São Paulo: Vértice, 1988.
4. NÓVOA, António. *Vidas de Professores*. Portugal: Porto Editora, 1992.
5. KNOWLES, J. Gary, COLE, Ardra L., PRESSWOOD, Colleen. *Through Preservice Teachers' eyes: exploring field experiences through narrative and inquiry*. N Y: Macmillan College Publishing Company, 1994

PAINEL 10.13 - ATIVIDADES EXPERIMENTAIS: O QUE PENSAM OS ALUNOS E UMA PROPOSTA DE TRABALHO

Leandro Barros da Silva¹; Inés Prieto Schmidt²; Nestor Davino Santini³ e Eduardo Adolfo Terrazzan⁴

¹Núcleo de Educação em Ciências/ Centro de Educação/ UFSM - RS. a9810033@alunog.ufsm.br

²Centro de Ciências Naturais e Exatas/ UFSM - RS. iprieto@cene.ufsm.br

³Escola Agrotécnica Federal de São Vicente do Sul - RS

⁴Centro de Educação/ UFSM - RS. eduterra@ce.ufsm.br

Introdução

As práticas no ensino de ciências têm sido, ao longo da história, um assunto muito discutido. Algumas vezes os professores de ciências as praticam sem uma boa razão ou sem pensar em objetivos úteis. Com freqüência, tomam esta opção com base na justificativa fortemente mantida de que as atividades práticas são necessárias e importantes para uma aprendizado eficiente, sem explicitar como se levaria a cabo este aprendizado eficiente.

Poderíamos pensar ser esta uma das razões à inércia observada nas implementações das propostas didáticas apresentadas nos artigos de pesquisa da área de ensino de física, qual seja, a de discutir o papel das atividades experimentais e ao mesmo tempo apresentar uma proposta direcionada para cumpri-lo.

Outra possível explicação para as dificuldades encontradas na implementação é a distância entre as propostas de trabalho e as expectativas dos alunos.

Pensando nisso, propomos aos alunos um questionário, para saber sua opinião sobre laboratório.

As respostas destes servirão para uma avaliação do que se pode esperar das atividades práticas, discutir com os alunos esta imagem e servindo-nos de guia para a reestruturação de uma atividade já aplicada.

Fundamentação

"Menos prática e mais reflexão" (Hodson 1994)

Apesar de muitos alunos entenderem o laboratório didático de Física como um local de intensa atividade, muitos são incapazes de estabelecer a conexão entre o que estão fazendo e o que estão aprendendo.

Os argumentos a favor de diminuir o trabalho prático e aumentar as atividades orientadas à reflexão não deve ser interpretado como uma postura que defende a substituição total do trabalho de laboratório por métodos alternativos de aprendizagem.

Contudo, um enfoque alternativo implicaria: 1) procurar situações-problema voltadas a que os alunos explorem a capacidade que têm de compreender e avaliar a firmeza de seus métodos e teorias para alcançar os objetivos da ciência e 2) oferecer estímulos adequados para o desenvolvimento e mudança.

Metodologia

Os alunos receberam um questionário no qual respondiam a três perguntas:

1. O que é um laboratório de Física?
2. O laboratório de Física é importante? Por quê?
3. Comente seu contato com o laboratório.

As respostas foram analisadas e catalogadas e os resultados organizados em forma de gráfico.

Estas respostas guiaram a reelaboração de uma atividade já aplicada em aula, envolvendo métodos de coleta e análise de dados e construção de gráficos.

Esta reelaboração se deu em conjunto com professores do ensino médio, em encontros semanais, e o roteiro foi elaborado obedecendo a três etapas principais:

1. Previsão;
2. Observação;
3. Formalização.

Resultados

Os alunos consideram o laboratório como um local adequado (75%) que serve para realizar trabalhos/ entender fenômenos cotidianos/ aprofundar conhecimento (82%).

O laboratório é importante para 97% dos alunos, pois melhora o aprendizado, esclarece dúvidas e motiva as aulas (75%).

Em geral, os alunos tiveram nenhum ou pouco contato com o laboratório no ensino médio (56%).

O roteiro modificado apresenta questões que delimitam melhor o problema proposto: representar a relação entre determinadas grandezas e analisar graficamente esta relação, centralizando as discussões nas dificuldades mais comuns dos alunos ("desejando conhecer a relação entre a posição do móvel e o tempo decorrido, que dados são necessários para esta análise? Como obtê-los?"), além de incentivar o aluno a buscar soluções para o mesmo problema ("de posse destes dados, como representá-los em um gráfico? Cite pormenorizadamente todas as etapas e construa o gráfico."). Por último, procuramos fazer com que os alunos construam um conhecimento que será útil mais tarde através da observação e discussão dos resultados obtidos ("o gráfico representa uma função? Se sim, que tipo de função e como é descrita? É possível associar as grandezas que estamos trabalhando com as variáveis da função?").

PAINEL 11.1 – TESTANDO A INTERPRETAÇÃO DOS ALUNOS SOBRE GRÁFICOS EM CINEMÁTICA

Sergio L. Talim¹ e Jésus de Oliveira²

¹Colégio Técnico – UFMG – Av. Antônio Carlos 6627, Belo Horizonte, MG, CEP 31270-010 talim@coltec.ufmg.br

²Colégio Técnico – UFMG – Av. Antônio Carlos 6627, Belo Horizonte, MG, CEP 31270-010: joliveira@coltec.ufmg.br

Introdução

Nos últimos anos vários pesquisadores da área de ensino de Física têm estudado e coletado informações sobre como os alunos aprendem (WANDERSEE et al, 1993). Os resultados parecem indicar que dificuldades de aprendizagem similares ocorrem entre alunos de diferentes idades e habilidades, dificuldades essas que se mantêm mesmo após o aluno ter feito um curso formal de Física. A persistência dessas dificuldades sugerem que o ensino formal não tem sido eficiente na mudança dos conceitos não científicos dos alunos para conceitos científicos, e que novas estratégias e abordagens de ensino devem ser aplicadas. Muitos desses estudos destacam que o fator preponderante que dificulta a aprendizagem dos conceitos científicos reside nos conceitos ou concepções espontâneas que os alunos adquirem antes da instrução formal. Essas conceitos espontâneos são muito resistentes a mudanças pela técnicas habituais de ensino utilizadas pelos professores

Exemplos desses conceitos espontâneos que dificultam a aprendizagem podem ser o não reconhecimento de muitos alunos da existência de forças como tensão em cordas e forças exercidas por superfícies em corpos postos sobre elas, na confusão entre os conceitos de posição e velocidade e entre velocidade e aceleração, na suposição da necessidade da presença de uma força na direção do movimento para manter os corpos se movendo, entre muitos outros (MCDERMOTT, 1984; HALLOUN 1985).

Uma área importante para o estudo das dificuldades de aprendizagem é o da interpretação de gráficos em cinemática. A leitura e interpretação de gráficos exige uma certa habilidade que vale a pena ser desenvolvida por nossos alunos. No entanto, um grande número deles demonstra ter dificuldades que são se repetem o que caracteriza a existência de certos conceitos errôneos comuns que só mudam com muito esforço (BEICHNER, 1994). O nosso objetivo com esse trabalho será identificar essas dificuldades comuns nos alunos do ensino médio da região de Belo Horizonte e propor algumas alternativas para trabalhá-las.

Metodologia

O trabalho mostra o resultado de um teste para verificar o conhecimento de alunos sobre gráficos em cinemática. O teste consiste de 21 questões de múltipla escolha adaptado de um teste publicado por Robert J. Beichner (BEICHNER, 1994). O teste foi construído de acordo com os objetivos abaixo relacionados tendo 03 questões para cada objetivo (cópias do teste podem ser pedidas diretamente ao autores por carta ou correio eletrônico).

Dado	O estudante deverá	Percentagem de acerto
1- Gráfico de posição-tempo	Determinar a velocidade	47
2- Gráfico de velocidade-tempo	Determinar a aceleração	43
3- Gráfico velocidade-tempo	Determinar o deslocamento	54
4- Gráfico de aceleração-tempo	Determinar a mudança de velocidade	21
5- Gráfico cinemático	Selecionar outro gráfico correspondente	37
6- Gráfico cinemático	Selecionar uma descrição textual	37
7- Descrição textual do movimento	Selecionar um gráfico correspondente	49

O Teste foi aplicado a 74 alunos de um curso pré-vestilar da região metropolitana de Belo Horizonte. Uma validação foi realizada através de um teste de consistência interna (CRONBACH 1951, FERGUSON 1984, MESSICK, 1993, SILVEIRA 1993) e da correlação item-escore total do teste.

Resultados

Foi realizada uma análise da consistência interna do teste através do cálculo do coeficiente de fidedignidade KR20 sendo igual a 0,79, e do cálculo da correlação item-escore total tendo um valor médio de 0,43, o que comprova a boa consistência interna do teste. O escore médio foi de 8,6 (para um total de 21) com desvio padrão de 4,2.

A partir da análise de frequência de marcação em cada opção foi possível identificar algumas dificuldades mais frequentes dos alunos. A tabela anterior mostra a percentagem de acerto médio para cada objetivo. As principais dificuldades dos alunos estão listadas abaixo :

1. O gráfico é considerado como sendo uma fotografia do movimento.
2. Os estudantes muitas vezes lêem os valores nos eixos e os identificam com a inclinação.
3. Os estudantes não vêem diferença entre distância, velocidade e aceleração. Eles frequentemente acreditam que os gráficos destas variáveis são idênticos e parecem mudar os nomes das variáveis dos eixos sem reconhecer que os gráficos poderão mudar.
4. Os estudantes calculam com sucesso a inclinação da reta que passa pela origem. No entanto eles têm dificuldade para determinar a inclinação de uma reta (ou de uma reta tangente apropriada) se ela não passa pela origem dos eixos.
5. Os estudantes não reconhecem o significado das áreas sobre as curvas do gráfico cinemático.
6. Os estudantes muitas vezes fazem cálculos de inclinação ou usam os valores dos eixos quando é requerido o cálculo de área sob a curva nos gráficos.

Referências

1. BEICHNER, R. J. (1994) - Testing student interpretation of kinematics graphs. *Am. J. Phys.* 62 (8), pp 750-762
2. CRONBACH, L.J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*. Vol 16, pp 297-334.
3. FERGUSON, G. A. (1984). *Statistical Analysis in Psychology and Education*. Singapore, McGraw-Hill International Book Co.
4. HARMAN, H.H. (1976). *Modern Factor Analysis*. Chicago, The University of Chicago Press.
5. HALLOUN , I.A. e HESTENES, D. (1985). The initial knowledge state of college physics students. *Am. J. Phys.* Vol 53, pp 1043-1055.
6. MESSICK, S. (1993). Validity. In: LINN, R. L. (Ed), *Educational Measurement*, American Council on Education, Oryx Press, pp 13-103.
7. MCDERMOTT , L.C. (1984). Research on conceptual understanding in mechanics. *Physics Today*. July, pp 2-10.
8. SILVEIRA, F.L. (1993). Validação de testes de lápis e papel. In: MOREIRA, M.A., SILVEIRA, F.L. *Instrumentos de pesquisa em ensino e aprendizagem*. Porto Alegre. Ed. EDIPUCRS, pp 67-101.
8. WANDERSEE, J H., et al (1993). Research on Alternative conceptions in Science. In: GABEL, D.L. (Ed), *handbook of Research on Science Teaching and Learning..* New York, MacMillan Publishing Company.

PAINEL 11.2 - VERIFICAÇÃO EXPERIMENTAL DO MOVIMENTO RETILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO

José Pereira da Silva¹, Rafael de Lima Rodrigues² e Cicero Marcos Meneses³

¹Escola Técnica Federal da Paraíba - Uned - Cajazeiras - PB

^{2,3}Departamento de Ciências Exatas e da Natureza
Universidade Federal da Paraíba - Campus V - Cajazeiras - PB

É comum observarmos na natureza corpos em movimento. Dentre esses, mencionamos um tipo especial, que é o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV). É possível provar a existência do MRUV através de observações de experimentos simples realizados em laboratórios ou presenciados na natureza. Como exemplos podemos citar: A queda das gotas d'água nas torneiras das residências; o movimento acelerado de um veículo; a queda livre dos corpos sobre a ação da gravidade; lançamento de projéteis na horizontal...

Um corpo se encontra em movimento retilíneo uniformemente variado, quando este, ao percorrer uma trajetória retilínea, apresenta uma proporcionalidade entre a variação de velocidade e os respectivos intervalos de tempo. A grandeza física que mede a variação de velocidade é chamada de aceleração.e, por sua vez, nesse tipo de movimento a aceleração é constante, isto é, não varia ao longo do tempo.

O exemplo mais familiar de movimento retilíneo uniformemente variado é a queda livre de um corpo abandonado de uma certa altura; cuja velocidade inicial é nula. Este foi um dos problemas analisados por Galileu em seus trabalhos, que deram início à era da pesquisa científica na área da Física.

As experiências de Galileu e muitas outras posteriores, acabaram estabelecendo como fator experimental que o movimento de queda livre de um corpo solto ou lançado verticalmente, na medida em que a resistência do ar possa ser desprezada, é um movimento retilíneo uniformemente acelerado, em que a aceleração é a mesma para todos os corpos (embora sofra pequenas variações de ponto a ponto da terra). Esta aceleração da gravidade é indicada pela letra (g) e seu valor aproximado é: $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Neste trabalho, abordamos uma experiência acessível ao ensino médio e ao último ano do ensino fundamental, no intuito de investigar o movimento de um corpo sujeito a uma aceleração constante.

Estudamos esse tipo de movimento utilizando um trilho de zinco ou uma calha de plástico, e, com a ajuda de um bloco de madeira ou uma esfera de aço, impomos uma rápida inclinação.

A seguir, escolhemos um ponto de referência (o ponto na eminência do movimento da esfera) sobre o plano inclinado, e registramos, a partir desse, pontos de 18 em 18 centímetros. Abandonamos a esfera metálica na origem (posição inicial, isto é, $X_0 = 0$), acionamos o cronômetro no instante em que a esfera comece a rolar. Em seguida, calculamos o tempo de percurso para cada dezoito centímetros, procedemos assim quatro vezes para ser possível a obtenção de uma média aritmética. Anotamos todos os dados obtidos em uma tabela, contendo também os valores calculados para o quadrado da média aritmética.

A partir dos resultados anotados na tabela, esboçamos os gráficos da posição em função do tempo, posição em função do tempo ao quadrado em papel milimetrado. Analisando as curvas obtidas chegamos a determinar a aceleração escalar e as velocidades ao fim de cada intervalo. Esboçamos também o gráfico da velocidade em função do tempo. Vale salientar que, de acordo com a necessidade de arredondamento das medidas utilizadas, adotamos o critério de proximidade para os algarismos significativos corretos.

A aceleração é calculada experimentalmente através do coeficiente angular da reta no gráfico da posição versus o tempo ao quadrado. O primeiro passo é escolher uma inclinação constante arbitrária para realizarmos os lançamentos. A melhorar precisão do valor obtido para a aceleração foi obtida quando se utilizou uma pequena inclinação do trilho, evitando grandes inclinações que acarretariam grandes velocidades e pequenos intervalos de tempo e, assim, dificultando as medidas para o instrumental utilizado.

O coeficiente angular da reta, no gráfico de $S \times t^2$ no (MRUV), tem dimensão de comprimento dividido pela dimensão de tempo ao quadrado, que corresponde exatamente à dimensão de aceleração. Logo, para calculá-la devemos escolher dois pontos que estejam sobre a reta e condiserar seus respectivos valores nos eixos vertical e horizontal, encontrando, assim, as variações ΔS e Δt^2 . Os valores escolhidos sobre a reta podem até coincidir com os valores dos pontos experimentais, pois alguns pontos experimentais estão fora da reta devido a erros de medidas. Assim, temos a seguinte equação da “aceleração experimental”:

$$a_{\text{exp}} = \Delta S / \Delta t^2 = (S_2 - S_1) / (t_2^2 - t_1^2).$$

Como estamos usando um papel com mesma escala em ambos eixos vertical e horizontal, o coeficiente angular é o mesmo para quaisquer dois pontos sobre a reta.

Por outro lado, de acordo com a teoria sabemos que as equações que descrevem o movimento retilíneo com aceleração constante são dadas por: i) $V = V_0 + at$; ii) $S = S_0 + V_0 t + at^2/2$; iii) $V^2 = V_0^2 + 2a\Delta S$, $\Delta S = S - S_0$. A equação (i) nos permite calcular a velocidade de um corpo em função do tempo transcorrido, enquanto a equação (ii) nos fornece a posição ocupada por um corpo, também de acordo com o tempo. Eliminando o tempo entre a equação (i) e (ii) chegaremos a equação (iii), denominada de equação de Torricelli, a qual nos permite calcular a velocidade em função do espaço percorrido. Nas equações (ii) e (iii) S é a coordenada escalar que especifica, sobre a trajetória, a posição do corpo, sendo que S_0 é o seu valor inicial e V_0 representa a velocidade inicial do movimento. Note que quando a aceleração for nula resgatamos todas as equações do movimento retilíneo uniforme, a saber, $V = V_0$ e $S = S_0 + Vt$. Como em nosso trabalho a velocidade inicial é nula, comparando a equação (ii) e a equação da aceleração experimental vemos que o valor desta é exatamente a metade do valor da aceleração real.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro de Formação de Professores da UFPB, Campus V, pelo apoio. Este trabalho foi aplicado como primeira experiência, realizada na segunda semana de aula, para os estudantes da disciplina de Física I do DCEN-UFPB-Campus V, no período 98.2, a quem o primeiro autor agradece pelas inúmeras discussões em seus relatórios. Os autores agradecem também ao Prof. Pedro Barbosa da Silva Filho do DCEN-UFPB pelas discussões sobre este trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] Rubens Pantano Filho, Edson Corrêa da Silva, Carlos Luís Pires Toledo; Física Experimental: como ensinar – Campinas, SP: Papirus, 1987; Wilton Pereira da Silva e Cleide M.D. P.S da Silva; Física Experimental: Mecânica – João Pessoa. Editora Universitária (UFPB, 1996, 162p); Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga. Curso de Física. Terceira edição, São Paulo-SP; Saraiva, (1997).
- [2] Herch Moisés Nussenzveig, Curso de Física Básica, Mecânica. – São Paulo: Edgard Blucher, (1981).

PAINEL 11.3 - AULAS PRÁTICAS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Rafael de Lima Rodrigues¹ e José Pereira da Silva²

¹Departamento de Ciências Exatas e da Natureza

Universidade Federal da Paraíba

e-mail: rafael@fisica.ufpb.br

²Escola Técnica Federal da Paraíba

UNED-Cajazeiras-PB CEP 58.900-000

O ensino médio na rede pública, é desprovido de aulas práticas, dificultando o processo de ensino-aprendizagem, devido principalmente a inexistência de laboratórios na formação acadêmica dos alunos para motivá-los no estudo das ciências exatas e da natureza. As aulas práticas de Física têm grande importância para uma melhor compreensão dos fenômenos Físicos. O objetivo principal de nosso trabalho é desenvolver o raciocínio científico dos alunos, estimulando os seus senso críticos, sua criatividade e o seu poder de análise diante de um fenômeno físico. Os professores do Centro de Formação de Professores da UFPB desenvolvem a maioria de seus projetos buscando propostas para melhorar a qualidade e a formação do professor nos ensinos fundamental e médio. Entretanto, não é de nosso conhecimento de que uma proposta como a nossa tenha sido implementada em alguma escola pública na Paraíba.

Este trabalho permitirá transformar o ensino dos conteúdos relacionados com a Ciência Física, afastando-se de uma abordagem que tem sido restrita a memorização de equações matemáticas que representam as leis Físicas, para uma dinâmica do processo de ensino-aprendizagem em que o aluno possa efetivar algumas medidas de grandezas físicas em experiências simples com material de baixo custo (auxiliado por um MONITOR e o acompanhamento do professor da disciplina). Com a construção destes equipamentos, estamos criando um laboratório de ensino de Física, o qual pode também ser utilizado pelos alunos do ensino fundamental, o que possibilitará a pesquisa dos alunos, buscando a verificação experimental dos princípios que regem as leis Físicas. Neste trabalho, a teoria e a prática formam um todo. As experiências são realizadas juntamente com a fundamentação teórica. Especificamente, damos ênfase ao estudo de um dos assuntos mais antigos da ciência Física, a saber, o movimento dos corpos (ou de partículas). Verificamos experimentalmente as leis físicas que governam o movimento de um corpo macroscópico (corpos de dimensões visíveis com massas muito maiores do que a massa de um elétron e velocidades muito pequenas em comparação a velocidade da luz no vácuo).

Este trabalho é baseado em um projeto que foi solicitado pela atual direção da Escola Estadual de Primeiro e Segundo Graus Padre Hildon Bandeira (EEPHB) de ALAGOA GRANDE, dando ênfase aos vários aspectos da teoria juntamente com as respectivas experiências práticas.

Recentemente têm sido proposto um projeto para que seja criado um laboratório de Física na Escola Estadual de Primeiro e Segundo Graus Padre Hildon Bandeira, em parceria com a Prefeitura de Alagoa Grande. O referido projeto foi encaminhado à Secretaria da Educação do Estado da Paraíba, através da Secretaria de Educação e Cultura deste Município. Entretanto, ele foi executado parcialmente em um projeto de aulas práticas de física na EEPHB, sob a coordenação do primeiro autor deste trabalho, contando com a colaboração voluntária de alguns alunos universitários residentes em ALAGOA GRANDE e, um monitor, aluno da segunda série do segundo grau da EEPHB, o jovem Eriverton da Silva Rodrigues, cuja bolsa de estudos no valor de R\$ 60,00 reais por mês, e, inclusive, o material necessário para uma plena realização das experiências, foi doado pelo coordenador do projeto.

Seguindo exemplos de países de primeiro mundo e de escolas com um ensino médio dando importância a formação completa dos jovens, desenvolveremos atividades práticas que eventualmente já foram testadas em diversos laboratórios, oficinas e aulas de instrumentação dos cursos de licenciatura em Física em universidades brasileiras e estrangeiras.

Atualmente, todos os educadores comentam sobre a falta de motivação dos alunos no estudo dos conteúdos programáticos relacionados com a Ciência Física, devido a uma pouca dinâmica do processo ensino-aprendizagem no ensino básico.

Com o desenvolvimento deste projeto evidentemente teremos uma base para se construir um laboratório do ensino médio em atividades interdisciplinares, o qual pode também servir para atender aos alunos do primeiro grau. As aulas estritamente teóricas e desatualizadas, distante do cotidiano do aluno, deixa o aluno sem interesse para estudar os conteúdos programáticos das ciências ministrados no Ensino Fundamental, mais especificamente aqueles conteúdos visto durante a oitava.

Como neste trabalho, não podemos ultrapassar as três páginas, daremos um esboço da elaboração do projeto, sob a coordenação do primeiro autor deste trabalho, consistente com a justificativa apresentada neste trabalho.

III Objetivos Gerais: Estimular os alunos no estudo sistemático de física; Criar um Laboratório de Ensino de Física; Distinguir o caráter científico no estudo da física; Desenvolver a criatividade dos alunos e seu poder de investigação científica; Despertar o interesse pelos cursos de graduação relacionados com física.

IV Objetivos Específicos: Medir o tempo; Medir as grandezas cinemáticas de posição, velocidade e aceleração; Investigar o movimento de um corpo em uma dimensão e duas dimensões; Verificar experimentalmente as leis do movimento de um corpo; Medir massa e força; Construir equipamentos com materiais de baixo custo acessíveis a realização de experiências de cinemática e dinâmica. Omitiremos alguns elementos na elaboração de um projeto, mas apresentaremos uma proposta para as partes a serem incluídas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos dirigentes dos Campi II e V da UFPB, e a EEPHB de Alagoa Grande-PB pelo apoio.

PAINEL 11.4 - LANÇAMENTO HORIZONTAL

Charles Albert Morais Correia¹; Eric Alexandre Brito da Silva²;

Eriverton da Silva Rodrigues³ e Rafael de Lima Rodrigues⁴

^{1,3}Universidade Federal da Paraíba - Departamento de Ciências Exatas e da Natureza
Cajazeiras -PB - CEP 58900-000 (E-mail: rafael@fisica.ufpb.br)

²Universidade Federal da Paraíba - Departamento de Física - Campina Grande-PB
⁴Escola Estadual de 1º e 2º Graus Padre Hildon Bandeira
Alagoa Grande-PB - CEP 58.388-000

O lançamento horizontal de um objeto próximo da superfície da Terra foi investigado por Galileu (nasceu em 1.564 e morreu em 1.642) na época em que se acreditavam no seguinte fato, baseado em análise qualitativa da filosofia de Aristóteles: um corpo mais pesado deixado cair de uma certa altura tende a chegar mais rapidamente na terra quanto maior for sua massa. Uma das situações física considerada por Galileu foi o tiro de um canhão na direção horizontal. Ele afirmava que o tempo de queda da bala seria o mesmo independente do poder de alcance ou se ela fosse deixada cair na direção vertical, o que levaria a acreditar na independência dos movimentos vertical e horizontal (mas, isto não é válido em geral). Este é um fato experimental observado ainda hoje desde que você despreze a resistência do ar.

Um corpo lançado no campo gravitacional terrestre sofre uma força de atração para o centro da terra, descrevendo uma órbita curvilínea. No lançamento horizontal de um projétil, próximo da superfície da terra, ocorre o movimento retilíneo uniforme (MRU, velocidade instantânea constante e aceleração nula, na horizontal) e o movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV, na vertical, velocidade variável e aceleração instantânea constante). Para descrevermos o MRUV são necessários as seguintes equações para a velocidade (**v**) e a posição (**x**) em função do tempo:

$$v_y = v_{0y} + at \quad \text{e} \quad y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}at^2,$$

onde y_0 e v_{0y} são os valores iniciais para a posição e a velocidade, no instante de tempo inicial, respectivamente. Por outro lado, para descrevermos o MRU tomamos a aceleração nula, e as equações acima tornam-se: " $v = v_{0x}$ e $x = x_0 + vt$ ". Note que as equações horárias são funções quadrática e linear em relação ao tempo e, por sua vez, os gráficos de x vs t são parábolas e retas, para o MRUV e o MRU, respectivamente.

Neste trabalho, estamos desprezando a resistência do ar e considerando o campo gravitacional uniforme. Neste caso, a aceleração é exatamente a aceleração da gravidade **g**, cuja intensidade é aproximadamente 978cm/s^2 . Escolhendo o referencial com a orientação positiva apontando para cima, obtemos: $a = -g$. Consideraremos a teoria e a experiência simultaneamente. Um dos objetivos específicos é a análise dos lançamentos horizontais usando a mesma esfera, medindo o alcance seis vezes, embora a velocidade inicial permanecendo sempre constante na ordem dos lançamentos. Atuando unicamente sobre o corpo a força peso que possui intensidade, direção e sentido constante. De acordo com as nossas condições iniciais as equações do lançamento horizontal, tornam-se:

$$x = v_{0x}t, \quad v_{0y} = 0, \quad v_{0x} = v_0, \quad y = -(gt^2)/2, \quad v_y = -gt.$$

Eliminando o tempo nas equações para **x** e **y**, obtemos a seguinte equação para a trajetória: $y = g/(2v_0^2)x^2$. Como o coeficiente do termo quadrático é constante vemos que o gráfico de y vs x é uma curva parabólica, o que está de acordo com a observação cotidiana de que um corpo sendo lançado.

Esta experiência foi realizada com material de baixo custo. Os materiais utilizados foram os seguintes: uma esfera metálica, uma escala graduada em centímetros, papel carbono sulfite e uma peça de madeira com uma calha curvilínea do ponto de partida até a base horizontal. A peça de madeira foi colocada inicialmente a uma altura de oito centímetros fixa em uma haste que possui uma escala graduada em milímetros, a qual é denominada de eixo **y**.

Efetuamos seis lançamentos com um corpo de determinada massa e mantendo a velocidade inicial constante em todos os lançamentos. Para uma melhor precisão dos resultados obtidos em nosso experimento, nivelamos o trecho final da pista de lançamento e fixamos um ponto na parte inclinada, que utilizamos como ponto de referência e de onde a esfera é abandonada em todos os lançamentos. Realizamos os lançamentos para seis posições diferentes, variando a altura de lançamento em relação ao solo de oito em oito centímetros. Para encontrarmos o ponto em que a esfera atinge o solo utilizamos um papel carbono sulfite, presos na superfície com fita adesiva [1].

Preenchemos uma tabela com valores para a altura (**y**) e o alcance (**x**) do projétil, que nos fornece o gráfico da trajetória parabólica, conforme a equação da trajetória. A velocidade inicial é calculada experimentalmente através do coeficiente angular da reta formada pelo gráfico de **y** vs x^2 . Finalmente para duas posições quaisquer de lançamento, obtemos a velocidade da esfera ao tocar o solo. o ângulo que forma

com a horizontal e o tempo de queda em cada caso. As equações obtidas não seriam válidas se a resistência do ar não fosse desprezível.

Podemos considerar algumas questões: Um observador em movimento em uma bicicleta com a mesma velocidade de um cavalo, ambos na mesma direção e sentido, veria uma trajetória retilínea de um objeto que caiu da sela do cavalo. Desenhar a trajetória do objeto para um observador fixo na terra e outro no cavalo, quando: (a) a velocidade do cavalo for constante; (b) a velocidade do cavalo estiver diminuindo e (c) a velocidade do cavalo estiver aumentando.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro de Formação de Professores e ao Centro de Ciências e Tecnologia da UFPB pelo apoio. O último autor agradece também aos alunos e aos dirigentes da Escola Estadual de Primeiro e Segundo Graus Padre Hildon Bandeira, em Alagoa Grande-PB, pela oportunidade de realizarmos esta e outras experiências com a primeira série do ensino médio.

REFERÊNCIAS

- [1] Pantano Filho, Rubens. Edson Corrêa da Silva, Carlos Luis Pires Toledo. Física Experimental: como ensinar – Campinas, SP : Papirus, 1987; da Silva, Wilton Pereira e Silva, Cleide M.D. P.S. Física Experimental: Mecânica – João Pessoa - Editora Universitária (UFPB, 1996); Mendonça, Christovam e Rino, José Pedro, “O alcance máximo de um projétil: uma derivação algébrica”, Revista Bras. de Ens. de Física, **19**, 260, (1997); Máximo, Antônio e Alvarenga, Beatriz. Curso de Física. Terceira edição, São Paulo-SP; Saraiva, (1997).
- [2] Nussenzveig, Herch Moisés. Curso de Física Básica, Mecânica, Vol. I. – São Paulo: Edgard Blucher, (1981).

PAINEL 11.5 - VERIFICAÇÃO EXPERIMENTAL DO PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA

Wendel Pires de Almeida¹; Eriverton da Silva Rodrigues²; Giuseppe Cabral da Costa³ e Rafael de Lima Rodrigues⁴

¹Escola Estadual de 1º e 2º graus Padre Hildon Bandeira - Rua João Pessoa, S/N
Alagoa Grande - PB - CEP 58.388-000

²Externato Dom Pedro II -Alagoa Grande - PB - CEP 58.388-000
^{3,4}Departamento de Ciências Exatas e da Natureza - Universidade Federal da Paraíba
Cajazeiras - PB - CEP 58.900-00(E-mail: wendel@clf.ufpb.br, rafael@fisica.ufpb.br)

O princípio fundamental da dinâmica ou Segunda lei de Newton nos dá uma relação entre a resultante das forças exercidas sobre um corpo e a aceleração por ele adquirida, ou seja, a força resultante do corpo é igual a sua massa multiplicada pela aceleração adquirida pelo corpo, para corpos com massas constantes, cuja equação é dada por, $F = m \cdot a$, onde F representa a resultante (soma vetorial) das forças que agem sobre o corpo de massa m e a a aceleração adquirida. Quando a massa for constante, se acontecer da força resultante ser constante, a aceleração também será, neste caso o movimento será uniformemente variado, podendo ser acelerado ou retardado.

Algumas vezes se diz que a 2^a lei não passa de uma definição de força, só que não é verdade pois as forças que atuam sobre uma partícula resultam de sua interação com outras partículas [3].

Observamos algumas forças específicas que atuam num corpo [2] uma delas é a força peso, a qual é a força que o atrai para a terra. A força é devida primeiramente a uma atração – a atração gravitacional – entre as massas dos dois corpos, considerando apenas que um corpo de massa m está localizado em um ponto onde a aceleração é g , então o vetor peso é: $\mathbf{P} = mg$. Peso não é massa, e seu módulo, em qualquer lugar, depende do valor de g neste local. Um objeto pode pesar 72N na Terra, mas apenas 12N na Lua, pois lá a aceleração da gravidade é seis vezes menor. A massa é a mesma em ambos os lugares, porque é uma propriedade do corpo, sob o ponto de vista relativístico a massa de repouso é um invariante sob as transformações de Lorentz.

Podemos medir a massa de um corpo colocando em um dos pratos de uma balança, e no outro vários corpos (de massas conhecidas) como referência, até equilibrarmos os pratos, também podemos medir com um auxílio de uma mola e de escala previamente graduada em unidades de massa ou de peso. O corpo desloca aquela mola, deslocando o ponteiro através da escala.

Temos também a chamada força normal que acontece quando um corpo pressiona uma superfície e sofre uma força perpendicular a esta, o que está de acordo com a terceira lei de Newton.

Temos outra força, a de atrito que atua no sentido contrário ao movimento de um corpo numa superfície, devido ao contato entre o corpo e a superfície. Portanto, a força de atrito é uma força de resistência.

Neste trabalho, verificamos as leis de Newton utilizando materiais de baixo custo, cuja aceleração foi calculada experimentalmente através do gráfico com os valores da posição no eixo vertical e o quadrado do tempo no eixo horizontal em papel milimetrado [1]. Com a ajuda de uma balança calculamos a massa de um carrinho e escolhemos uma posição de referência, marcando cinco pontos distanciados 16cm um do outro.

Colocando no porta-massa, massas que sejam suficientes para que o carrinho acelere. Abandonando o carrinho da posição de referência, e com o cronômetro marcamos o tempo gasto para que o carrinho percorra a distância de 16cm. O procedimento deve ser repetido, digamos, cinco vezes, assim calculando o tempo médio. Adotando a mesma seqüência de operações para as distâncias de 32cm, 48cm, etc. Como material podemos utilizar uma madeira retilínea horizontal, um carrinho de plástico, um cordão, massas, um suporte para as massas e uma carretilha (canila) de máquina de costurar. Essa experiência pode ser realizada em casa com os mesmos materiais ou materiais que possam ter a mesma função. A partir dessa experiência podemos verificar além da Segunda lei de Newton, a primeira e a terceira lei. Nessa experiência as forças que atuam sobre o carrinho são as seguintes: a força peso (\mathbf{P}_c) a força normal (\mathbf{F}_n), a força de atrito (\mathbf{P}_a) e a força de tração (\mathbf{T}).

Portanto, a força resultante que atua no carrinho é a soma vetorial dada por $\mathbf{F}_c = \mathbf{P}_c + \mathbf{F}_n + \mathbf{P}_a + \mathbf{T}$. A força resultante que atua no porta-massa é a seguinte $\mathbf{F}_m = \mathbf{P}_m + \mathbf{T}$. A força de tração do carrinho e no porta-massa tem o mesmo valor, mas de acordo com a terceira lei de Newton ela atua em sentido contrário. Escolhendo uma orientação positiva e observando que o carrinho é acelerado na direção horizontal (F_{ch}), desprezando o atrito, obtemos: $F_{ch} = T = m_c a$.

Agora aplicando a 2^a lei de Newton para o porta-massa, temos somente componentes de forças atuando na direção vertical:

$F_{mv} = P_m - T = ma$. Substituindo $T = m_c a$, obtemos a aceleração teórica $a = P_m / (m + m_c)$, onde P_m é o módulo da força peso do porta-massa.

Para se calcular o erro relativo calculamos a média aritmética entre a aceleração teórica e experimental (a_{exp}). Considerando que o valor da aceleração teórica como sendo não é muito preciso calculamos o erro relativo ou discrepância relativa, $E_R = |A - a_{exp}| / A$, onde $A = (a_{exp} + a_t) / 2$, obtendo um pequeno erro, na medida da aceleração e tração do carrinho, devido, principalmente a pouca precisão da balança utilizada para medir as massas e falhas humanas na leitura do tempo. A aceleração teórica não é correta porque devido ter utilizado os valores medidos para massa. Note que comparamos a aceleração experimental com a média aritmética, pois ambas medidas são duvidosas. Conhecendo-se um valor mais preciso para a aceleração do carrinho (a_p) não seria necessário fazer a média, neste caso, $A = a_p$.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro de Formação de Professores pelo apoio. O último autor agradece também aos alunos e aos dirigentes da Escola Estadual de Primeiro e Segundo Graus Padre Hildon Bandeira, em Alagoa Grande-PB, pela oportunidade de realizarmos esta e outras experiências com a primeira série do ensino médio. WPA agradece a bolsa do PIBIC/CNPq/UFPB.

REFERÊNCIAS

- [1] Rubens Pantano Filho, Edson Corrêa da Silva, Carlos Luís Pires Toledo; Física Experimental: como ensinar – Campinas, SP: Papirus, 1987; Wilton Pereira da Silva e Cleide M.D. P.S da Silva; Física Experimental: Mecânica – João Pessoa. EditoraUniversitária (UFPB, 1996, 162p); Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga. Curso de Física. Terceira edição, São Paulo-SP; Saraiva, (1997).
- [2] Robert Resnick e David Halliday, Física., Mecânica Vol 1; Herch Moisés Nussenzveig, Curso de Física Básica, Mecânica. – São Paulo: Edgard Blucher, (1981).

PAINEL 11.6 - TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA ELETROMAGNÉTICA EM ENERGIA MECÂNICA

Cleidison Renato Lauritimo de Lima¹, Charles Albert Morais Correia² e Rafael de Lima Rodrigues²

¹Departamento de Física - Universidade Federal da Paraíba-Campus II-Campina Grande-PB

²Departamento de Ciências Exatas e da Natureza - Universidade Federal da Paraíba-Campus V-Cajazeiras-PB

O princípio de transformação de energia está presente em várias situações concretas do nosso cotidiano. Baseado num brinquedo simples adquirido através de um trabalhador informal (camelô), nós observamos o efeito físico de transformação da energia química de uma bateria em energia eletromagnética de um circuito em energia mecânica de rotação num carrinho de plástico, o qual pode ser reproduzido com facilidade. Construímos um kit com o objetivo de demonstrar esse processo para alunos do ensino médio de uma forma sucinta e bastante esclarecedora. Esta experiência foi realizada numa escola de ensino médio no interior do estado da Paraíba, situado na cidade de Alagoa Grande, aproximadamente a 115km da capital, fazendo parte de um projeto de criação de um laboratório de física no ensino médio com o objetivo de desenvolver a capacidade de observação e aprimorar os conhecimentos adquiridos na disciplina de Física. Os resultados obtidos foram animadores e estimularam-nos a apresentá-los neste evento, no sentido de demonstrar que em muitas situações inusitadas temos efeitos físicos importantes sendo realizados. O nosso kit eletromagnético consta essencialmente de uma lata de refrigerante, um motor elétrico, três pilhas de 1,5 volts, três carrinhos de brinquedo e três pedaços de imãs. Ao ligar o motor geramos uma corrente I , que

produz um campo magnético. Quando os carrinhos são colocados em contatos com a superfície lateral da lata de refrigerante vemos um efeito interessante, a saber, se debaixo de cada carrinho tiver um imã ocorre a transformação da energia eletromagnética em energia mecânica. Não há nenhuma relação entre a corrente elétrica e o campo magnético do imã colocado sob o carrinho. Neste caso, o carrinho descreve uma órbita (trajetória) circular devido ao outro imã girando no interior da lata. De nossa investigação vimos que ao aumentar a massa dos carrinhos suas velocidades diminuem, cuja velocidade máxima é obtida com um único carrinho. Podemos calcular a velocidade do carrinho experimentalmente medindo o tempo com a ajuda de um cronômetro. Tirando o imã sob o carrinho o efeito não é observado. Essas e outras questões correlatas serão consideradas com mais detalhes no trabalho completo, cuja redação está em fase final para ser submetido a publicação em um periódico especializado.

Podemos definir a energia eletromagnética como a energia adquirida através dos campos elétrico e magnético. A equação matemática que fornece a energia eletromagnética é obtida a partir da soma de duas parcelas quadráticas, a saber, o quadrado do campo elétrico adicionado do quadrado do campo magnético e, de acordo com a análise dimensional, multiplicado por algumas constantes.

Em mecânica clássica, a energia mecânica é igual a soma das parcelas de energias cinética e potencial. A energia potencial depende do sistema. Um sistema estático sem carga elétrica e com massa M a uma certa distância da superfície da terra tem energia potencial gravitacional. Se ele tem elasticidade sua energia potencial elástica contribui para a energia mecânica total.

De acordo com o princípio da conservação da energia, a energia de um sistema se transforma de um tipo em outro, conservando seu valor inicial. Em nosso trabalho, desprezando o efeito do atrito, a transformação que acontece é a seguinte: parte da energia eletromagnética do circuito é absorvida pelo carrinho e transformada em energia mecânica, sendo uma parte em energia cinética de rotação e a outra parte em energia potencial gravitacional.

No nosso trabalho utilizamos carrinhos com imãs e observamos o movimento circular efetuado pôr eles, devido o campo eletromagnético gerado pela corrente elétrica fornecida pelas pilhas. Após colocarmos os carrinhos em movimento percebemos que a velocidade de cada carrinho colocado no kit diminui quando aumentamos suas massas. Na parte interna da lata cilíndrica coloca-se uma haste na direção horizontal paralela às bases circulares com um imã em cada extremidade. Ao colocarmos os carrinhos na superfície lateral eles são presos exatamente na posição em que estiver as extremidades da haste. O movimento rotacional é observado devido ao fato da haste está girando sob o fornecimento de energia eletromagnética do circuito.

Como a corrente do circuito é não estacionária, enquanto a bateria estiver carregada, a relação entre a corrente elétrica e o campo magnético gerado no fio condutor é dada através da lei de Ampère-Maxwell que descreve quantitativamente o campo de indução magnética envolvido nesse fenômeno: $\int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 (I + I_d)$, onde μ_0 é a permeabilidade magnética do vácuo, I é a intensidade da corrente elétrica no condutor e I_d é a corrente de deslocamento de Maxwell devido a uma variação do campo elétrico. A integral do produto escalar $\mathbf{B} \cdot d\mathbf{l}$ é calculada ao longo de uma curva fechada. Portanto, a variação da corrente elétrica cria um campo magnético, o que foi possível observar o efeito da transformação da energia eletromagnética em energia mecânica de rotação. Este campo magnético não é o mesmo que serve para atrair os carrinhos para a superfície, mas ele é responsável pelo movimento de rotação do sistema composto da haste e os carrinhos. E como já afirmamos anteriormente, de uma forma bastante inusitada podemos observar e relatar um efeito físico muito interessante e isto nos dá uma idéia de como a Física tem um campo vasto onde podemos analisar fatos ou acontecimentos algumas vezes estranhos mas que existem e a Física nos fornece a ferramenta matemática e filosófica preponderante para discutir, analisar e provar sua consistência.

Em nossas observações vimos que o fenômeno de transformação de energia não ocorre em qualquer ponto. Mas, existe um ponto da superfícies da lata em que o carrinho absorve parte da energia magnética do sistema e transforma em energia cinética rotacional.

Um aspecto importante em nossa análise que temos assumido é que não estamos considerando o atrito dos carrinhos nem a perda de energia ocorrida pela condução de corrente elétrica no fio condutor. Este aspecto tem grande importância pois estamos considerando o sistema isolado, ou seja, sem a possibilidade de atuação de qualquer outro fator que não possibilite a ocorrência desta transformação de energia.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Centro de Formação de Professores e ao Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, Campus V e Campus II, respectivamente, pelo apoio. CRLL agradece a bolsa do PIBIC/CNPq/UFPB.

PAINEL 11.7 - MICROAMPERÍMETRO E MILIAMPERÍMETRO NO MESMO INSTRUMENTO

Cleidison Renato Lauritino de Lima¹, Charles Albert Morais Correia² e Rafael de Lima Rodrigues²

¹Departamento de Física, Universidade Federal da Paraíba - Campus II - Campina Grande - PB; ²Departamento de Ciências Exatas e da Natureza: Universidade Federal da Paraíba - Campus V – Cajazeiras - PB

• Introdução:

Este trabalho tem por objetivo, solucionar a carência de miliamperímetros em um laboratório, onde encontravam-se bastantes microamperímetros, os quais não eram utilizados em nenhuma tarefa, através da conversão de um microamperímetro(μA) em um miliamperímetro(mA), de maneira econômica, e com a possibilidade de ser utilizado também como microamperímetro.

O principal motivo, responsável pelo desempenho dessa tarefa, foi o fato de miliamperímetro ser muito mais útil ao laboratório do que um microamperímetro.

• Descrição do aparelho:

O aparelho em questão, trata-se de um microamperímetro, tipo bobina móvel, para ser usado na horizontal, com classe de exatidão de 0,5 e tensão de prova de até 500 V.

Dentro do microamperímetro, encontram-se:

- Um galvanômetro, que é o dispositivo que faz a medida propriamente dita.
- Vários resistores shunt conectados em série, que correspondem aos vários calibres do microamperímetro.

O resistor shunt¹ recebe esse nome por estar conectado em paralelo com o galvanômetro e possuir um valor de resistência menor que o valor da resistência interna do galvanômetro, desviando assim a maior parte da corrente que passa pelo amperímetro.

A diferença entre amperímetro, miliamperímetro e microamperímetro está no valor da resistência shunt a ser usada. Quanto menor o valor da corrente a ser medida, maior será o valor do shunt.

• Etapas do processo:

1. O primeiro passo, é descobrir o valor da resistência interna do galvanômetro. Essa tarefa seria mais fácil se fosse possível utilizar um ohmímetro para medir o valor dessa resistência. Mas devido ao fato do galvanômetro suportar uma corrente muito baixa, da ordem de centenas de microampères, e não sabermos o valor da corrente fornecida pelo ohmímetro, esse método não poderá ser usado.

2. O segundo passo é calcular um novo shunt para adicionar ao que se encontra no microamperímetro, obtendo-se assim a transformação desejada.

3. O terceiro passo, é a fabricação do shunt, tendo como base o valor calculado para o shunt, uma tabela de resistividade de vários materiais, micrômetro e régua, para medir o diâmetro e o comprimento de resistências queimadas, de chuveiros elétricos.

4. O quarto passo, consiste na realização de várias medições com o microamperímetro já transformado para miliamperímetro, para que se possa avaliar sua classe de exatidão e sua precisão.

• Lista de material:

1. (01) fonte de tensão contínua, 0-20 V
2. (02) resistores, sendo um de $47 \text{ k}\Omega$ e outro de 330Ω
3. (02) resistores variáveis de 0-1000 Ω
4. (01) microamperímetro com 3 calibres; 0-75 μA , 0-150 μA e 0-750 μA
5. (01) ohmímetro
6. (01) micrômetro
7. (01) régua de 30 cm, graduada em milímetros

• Desenvolvimento do trabalho:

Para que o instrumento fosse utilizado também como microamperímetro era necessário aproveitar todo o material do instrumento, então foi decidido calcular o valor da resistência interna de todo aparelho, isto é, shunt + galvanômetro, assim seria possível conectar o shunt, que será calculado, nos bornes do microamperímetro para que ele funcione como miliamperímetro.

Primeiro passo:

Para o cálculo da resistência interna, foram utilizados: uma fonte de tensão, regulada em 11 V; dois resistores, ligados em série, para formar um circuito divisor de tensão; um dos resistores variáveis, ligado em série com o microamperímetro e o outro é ligado em paralelo; e o microamperímetro ajustado no calibre de 0-75 μA , de acordo com a figura 1.

¹ Shunt: palavra de origem inglesa, que significa desvio

O circuito funciona da seguinte maneira:

Os dois resistores em série ($47\text{ k}\Omega$ e 330Ω), são utilizados para dividir a tensão fornecida pela fonte, assim o valor da tensão medida no resistor de 330Ω foi de $5,6\text{ mV}$. O resistor variável, que está em paralelo com o microamperímetro deve estar na posição $0\ \Omega$, e o que está em série deve estar na posição $1000\ \Omega$. O resistor variável que está em série deve ser ajustado de forma a levar o ponteiro do microamperímetro até o final da escala, indicando uma corrente de $75\ \mu\text{A}$.

Quando o ponteiro do microamperímetro estiver no fim da escala, o resistor variável que está em paralelo com o microamperímetro (isto é, aquele que está na posição $0\ \Omega$) deve então ser ajustado até que o valor da leitura no instrumento chegue à metade, $37,5\ \Omega$.

Neste instante, de acordo com a equação para o cálculo da soma de resistências em paralelo ($\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$), pode-se concluir que o valor da resistência no resistor variável é igual ao valor da resistência interna no microamperímetro. Assim, deve-se desligar a fonte, desconectar do circuito o resistor variável que está em paralelo com o instrumento e com um ohmímetro, medir o valor de sua resistância, que é $200\ \Omega$ para o calibre $0\text{-}75\ \mu\text{A}$.

Segundo passo:

Observando o esquema desenhado na figura 2, pode-se chegar a seguinte fórmula: $R_s = g \times [i \div (I - i)]$, onde R_s é o valor da nova resistência shunt que se deseja calcular; $g = 200\ \Omega$, é o valor da resistência interna do instrumento; $i = 37,5\ \mu\text{A}$, é o valor da corrente máxima que passa pelo instrumento; e $I = 75\ \text{mA}$, é o valor da corrente máxima que você deseja que o instrumento leia (quando estiver funcionando como miliamperímetro, que é o objetivo do trabalho).

Substituindo então os valores de g , i , I , na fórmula mostrada anteriormente, chega-se ao valor de $0,2\ \Omega$ para a resistência shunt.

Terceiro passo:

Para a fabricação do shunt foi utilizado um fio de níquel-cromo, proveniente da resistência queimada de um chuveiro elétrico.

Para saber qual o comprimento necessário para se obter o valor desejado de resistência, foi preciso medir o seu diâmetro com um micrômetro ($d = 0,81\text{ mm}$) e procurar em uma tabela, de resistividade de materiais a temperatura ambiente (20°C), o valor da resistividade da liga níquel-cromo ($\rho = 8,517 \times 10^{-8}\ \Omega \times \text{m}$).

Para calcular o comprimento de fio necessário, utilizou-se a fórmula: $L = (R \times A) \div \rho$, onde L é o comprimento desejado para o fio, $R = 0,2\ \Omega$ é o valor da resistência do shunt, e A é a área da seção reta do fio, isto é, $A = \pi \times (d^2 \div 4)$.

Com isso, obteve-se um comprimento de 121 mm para o fio de níquel-cromo que foi usado como shunt.

Quarto passo:

Nesta fase, buscou-se, através da medição de valores de corrente, que variaram do início ao fim da escala, e juntamente com mais dois miliamperímetros, com classe de exatidão de $0,5$, conectados em série, fazer os ajustes finais no shunt, isto é, ir diminuindo o comprimento do fio, até que a medida lida pelo instrumento fosse a mais exata possível.

- Figuras e gráficos:**

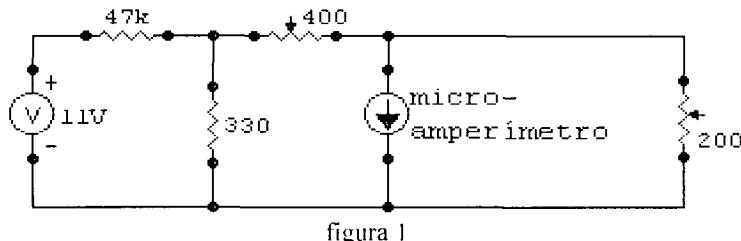


figura 1

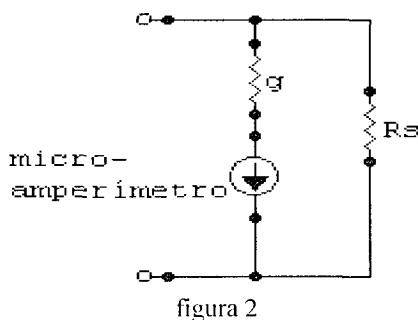


figura 2

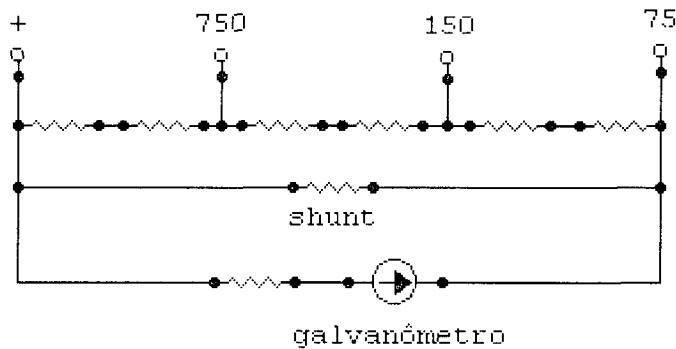


figura 3
• esquema interno do microamperímetro, já transformado em miliamperímetro

• **Conclusões:**

Este trabalho foi importante pelo aprendizado que ele proporcionou, através dele foi possível conhecer mais a fundo os componentes e o funcionamento de um medidor de corrente analógico. Tornando mais fácil a sua manutenção corretiva e a de qualquer outro instrumento desse tipo.

Outro fato importante, foi ter alcançado o objetivo desse trabalho e ter resolvido a carência de miliamperímetros do laboratório de eletricidade, e o que é mais importante, sem que o instrumento perdesse a condição de medir correntes da ordem de microampéres.

• **Bibliografia:**

1. Fundamentos da Física; volume 3; eletromagnetismo.
Autor: David Halliday; Robert Resnick; John Merrill.
Editora: Livros Técnicos e Científicos L.T.D.A.
2. Instrumentação eletrônica moderna.
Autor: Albert Helfrick.
Editora: PHB

PAINEL 11.8 - “LABORATÓRIO DO COTIDIANO”: ENSINANDO FÍSICA EM UM CURSO DE MAGISTÉRIO

Fátima Cruz Sampaio¹ e Jesuína Lopes de Almeida Pacca²

¹Faculdade de Educação/USP (fatimacruz@mandic.com.br) — ²Instituto de Física/USP (jesuina@if.usp.br)

O CEFAM como alternativa para a formação de professores...

Os Centros Específicos de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério (CEFAMs) começaram em 1982 como projetos experimentais para a formação, em nível de 2º Grau, de professores da Pré-Escola à 4ª Série do 1º Grau. Os objetivos colocados, ainda em 1983, para os CEFAMs são bastante abrangentes e mantêm sua atualidade. Pinçamos dois objetivos descritos por Cavalcante (1994; p. 59-62) que evidenciam as características do Projeto:

“Segundo documentos do MEC sobre o Projeto, não se trata da criação de uma nova unidade escolar, mas do redimensionamento da mesma escola normal, em seus aspectos qualitativos, em sua amplitude e em sua área de abrangência voltada, simultaneamente, para o professor em formação, o professor em exercício, formado ou leigo, e para a comunidade, procurando manter um plano de educação permanente integrado à escola de 1º grau (1ª a 4ª séries), à pré-escola e à instituição do ensino superior. [...]”

O CEFAM, portanto, deverá [...] responder adequadamente às necessidades da escola de 1º Grau e do pré-escolar, para que essas escolas possam atender satisfatoriamente às novas demandas exigidas pelas camadas populares, em sua maioria clientela da escola pública.”

É interessante ressaltar que o cerne da proposta do Projeto CEFAM, que é o professor pesquisar a própria prática, tem contribuído para a sua implantação, mas também é necessário ressaltar que o Projeto CEFAM, tomado globalmente, não ultrapassou o estágio inicial, já que houve pouca troca de experiência entre as cerca de 200 unidades espalhadas pelo país, não houve sistematização dos resultados e, mais grave, não ocorreu sua efetiva avaliação e talvez o seu objetivo inicial se perdeu pelo tempo.

Num país como o Brasil a formação de professores deveria ser uma prioridade de fato. Pimenta (1997; p. 22) ressalta que tem havido um avanço significativo das pesquisas qualitativas em educação, evidenciando que: “[...] o professor, pesquisando e refletindo sobre sua ação docente, constrói saberes que lhe permitem aprimorar o seu fazer docente.” Assim muitos pesquisadores preocupados com questões de produção de saber na escola têm se iluminado, focando nas interações em sala de aula, dessa maneira Mortimer (1998) procura focar nas interações discursivas; Schön (1992) no papel do professor-reflexivo ao dar “voz” ao

estudante; Villani & Pacca (1994) focam na importância do professor desenvolver outras competências, além da disciplinar; Villani & Cabral (1997) na relação professor-aluno, afirmando que “[...] tanto elementos ligados a cognição, quanto ligados a subjetividade [...]” são importantes.

Um pouco de história da presente investigação...

Como professora de Física da Rede Estadual de Ensino Público há quase 20 anos, podemos afirmar que sempre nos inquietamos ao deparar, na prática de sala de aula, com os estudantes respondendo às nossas crenças — comprometimento com o *fazer* pedagógico, conexão da aprendizagem de Física com a vida, etc — às avessas. A intenção de encaminhar o ensino a partir da vivência dos estudantes, explorando situações que lhes são familiares (Laboratório do Cotidiano do estudante), para chegarmos à formulação das Leis da Física, sempre nos foi muito forte. Demoramos para nos dar conta que este caminho, numa escala muiiiiito!! menor, é o caminho que a humanidade percorreu e, por não ser nada trivial, levou milênios. Mas, enquanto professores, temos muitas vantagens em relação à História, pois temos a mão o caminho já traçado e sabemos, ou pensamos saber, até onde queremos chegar com os estudantes.

No período em que estivemos no CEFAM Butantã (do início de 1991 ao final de 1997), para alcançar tal objetivo, investimos em levar de forma mais sistemática para a sala de aula as teorias de ensino construtivistas. Pensamos que a característica experimental do Projeto CEFAM nos mobilizou a buscar embasamento teórico à nossa prática por meio da pós-graduação na Faculdade de Educação da USP, na área Ensino de Ciências e Matemática. Num primeiro momento, investimos em mudar os estudantes recorrendo à psicopedagogia construtivista, pois identificávamo-nos com a estratégia de ensino por *mudança conceitual*. Continuávamos querendo *mudar* os estudantes para atender à nossa *demand*a. Hoje analisamos que o fato da demanda estar endereçada a que os estudantes mudem, ajustando-se à nossa forma de ensinar, contribuiu para que os embates na sala de aula aumentassem. Quanto mais pesquisávamos, mais queríamos *fazer a ponte* entre as concepções dos estudantes e os conhecimentos científicos. Os estudantes, com razão, se revoltavam com o discurso da professora: ela afirmava que levava em conta a opinião deles, mas no dia-a-dia não o fazia de fato. Filtrava daquilo que falavam apenas as “concepções alternativas” e, ainda por cima, devolvia-lhes muitos “por quês?”, e principalmente, desprezava em grande parte as suas “falas”, por mais significativas que fossem, ainda que muitas vezes fossem confusas, e indisciplinadas, pois pouco as via como tendo outro sentido além do conceitual.

Por que considerar o contexto para ensinar uma disciplina tão específica como Física?

Num segundo momento, ainda surda em relação às queixas dos estudantes, porquanto imaginávamo-nos professora compreensiva em relação a eles e desejava por saber suas *ídéias prévias*, como viamo que os estudantes não aprendiam como *queríamos*, continuámos investindo para que *mudassem*, adquirindo uma postura de escuta atenta, observadora, crítica, autônoma, porém cooperativa. Se, de um lado, este investimento não surtiu o efeito que esperávamos nos estudantes, de outro, foi essencial para que despertassemos às suas **falas** de fato, através das cobranças que fizeram para que nós adquiríssemos uma postura semelhante àquela que lhes exigíamos. Só quando começamos a diferenciar de fato as palavras ensinar e aprender (saindo da posição: a professora ensina, o aluno deve aprender), percebemos que algo não ia bem. Passamos então a enxergar a sala de aula como um outro “**Laboratório do Cotidiano**”, agora do professor, em que todas as falas têm significado no processo ensino-aprendizagem, que precisam ser considerados e ainda por cima têm um papel social diverso. Passamos a nos dar conta de que ensinar tem muito mais a ver com *escutar*, com *aprender na ação*, com *refletir na e sobre a prática* e ainda com arguir sobre as reflexões das ações e (re)refletir novamente sobre esta ação, em um moto-contínuo permanente, quando desejamos que os estudantes “criem” uma visão epistemológica diferente para os conceitos físicos, se formem como sujeitos críticos, criativos, autônomos, porém cooperativos.

Ainda, podemos afirmar que os resultados das reflexões contínuas sobre as ações, engendrando novas ações em cadeia, mostraram, entretanto, que é impossível atingir uma “receita” para o Ensino de Física, provavelmente em qualquer grau de escolaridade, apenas estruturando o conteúdo. Mais ainda, ao enxergarmos a *comunidade* sala de aula como um “**Laboratório do Cotidiano**” do professor, refinando a escuta, procurando sair da posição de cobrança em cima dos alunos, buscando coerência entre o discurso e a prática, planejando adequadamente e continuamente, refletindo na ação, deixando-nos surpreender com as falas alheias, pudemos incorporá-las de fato nos processos de ensino-aprendizagem. E, à medida que o processo ensino-aprendizagem se desenrola, o professor, assumindo pesquisar sua prática, registrando-a, elaborando os planos de aula, usando as **falas** dos estudantes como um dos ingredientes, forma-se pesquisador e professor, num processo dinâmico de aprendizagem de escutas, formador de aprendentes-pesquisadores e, no caso especial de um Curso de Magistério, formador de aprendentes futuros professores-pesquisadores.

Se extrapolarmos os papéis do professor e dos estudantes no microcosmo da sala de aula para os da escola e das outras instituições relacionadas com a educação, na sociedade mais ampla, compreenderemos que, para que a escola funcione como um centro para a humanização das relações entre seus integrantes, socializando os conhecimentos instituídos, é necessário que a escola seja “*escutada*” pelas instituições responsáveis pela educação que também precisam ser “*escutados*” pelos governos. Por sua vez, também é

necessário que as “falas” desses órgãos sejam geradores (capacitadores) de aprendizagens na escola, e vice-versa. Mas, na prática, não é isto que acontece. O Projeto CEFAM foi criado e praticamente abandonado: só não foi solapado de vez porque pessoas comprometidas com sua proposta resolveram levá-la à frente, situação esta que também se encaixa o CEFAM Butantã, mas à custa de muita luta, pois as ações governamentais têm sido quase sempre no sentido de inviabilizar o Projeto. Isto é muito constrangedor, porquanto, pensamos nós, projetos como este são uma das principais ações que governos consequentes deveriam ter para solevar a Educação brasileira. Como todos nós devemos saber, quando se analisa seriamente as nossas Escolas, problemas físicos se tornam secundários, quando temos em mente que professores semi-alfabetizados dão aula pelo nosso estado a fora (como no resto do país) e, quando o professor tem domínio do conteúdo conceitual que ensina, raramente ele foi devidamente preparado para transmitir convenientemente tal conteúdo. Vemos, assim, que o problema generalizado de repetência e evasão nas nossas escolas é muito mal tratado, pois temos claro que a incapacitação do professor é o maior responsável por esta situação e a cuidadosa formação de futuros-professores parece-nos uma ótima e consequente solução.

Bibliografia

1. Cavalcante, Margarida J. (1994); *CEFAM: uma alternativa pedagógica para a formação do professor*. São Paulo, Cortez.
2. Mortimer, Eduardo F. (1998); Multivoicedness and univocality in classroom discourse: an example from theory of matter. *International Journal of Science Education*, 20(1), 67-82.
3. Pimenta, Selma G. (1997); *Didática e formação de professores: percursos e perspectivas no Brasil e em Portugal / Selma Garrido Pimenta (Org.)*. São Paulo, Cortez.
4. Schön, Donald, A (1992); Formar professores como profissionais reflexivos. In: Nóvoa, António (Coord.), *Os professores e a sua formação*. Lisboa. Dom Quixote, 77-91.
5. Villani, Alberto & Cabral, Tânia C.B. (1997); Mudança Conceitual, Subjetividade e Psicanálise. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2(1).
6. Villani, Alberto & Pacca, Jesuina L.A. (1994); *Construtivismo, Conhecimento Científico e Habilidade Didática no Ensino de Ciências, Re-elaboração de um trabalho apresentado no Congresso International: "Thinking Science for Teaching The Case of Physics"*. Roma, Setembro.

PAINEL 11.9 - HOLOGRAFIA: UMA PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DE KIT PARA O ENSINO MÉDIO

Prof. Dr. Marcio Minoru Ueno¹; Prof. Dr. Mikiya Muramatsu²:

Mauricio de Lima Lopes³ e Silvio Ricardo Pires⁴

¹Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

²(mmuramat@ifc.usp.br) - Instituto de Física da Universidade de São Paulo

³(mllopes@ifc.usp.br) - Aluno de Graduação do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

⁴Aluno de Graduação do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Este trabalho propõe a construção de um equipamento simplificado de holografia para uso no ensino. O equipamento é composto basicamente por materiais de sucata e um laser de diodo ou de hélio-neônio, representando um baixo custo de produção. O sistema permite além da utilização de filme holográfico, a utilização também de filme fotográfico (do tipo Fuji HRH) para a obtenção de hologramas. Esse filme fotográfico apresentou bons resultados quando utilizado com a técnica do tipo Leith. No ensino o equipamento pode ser utilizado como uma atividade interdisciplinar, pois várias disciplinas como Matemática, Física, Química e Artes se interrelacionam no processo holográfico. Dessa forma, este trabalho propõe um equipamento para holografia que pode ser aplicado como uma metodologia de apoio no ensino dessas disciplinas, a partir do 2º grau.

PAINEL 11.10 - PRODUÇÃO DE UM KIT DIDÁTICO DE ELETROMAGNETISMO

Marília Peixão Linhares¹ (marilia@if.uff.br), Júlio César Vaz da Silva² e Arídio Shiappacassa de Paiva³

¹Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro e ^{2,3}CEFET-RJ

Durante o Curso Práticas do Eletromagnetismo realizado em atendimento à 2ª chamada do edital CAPES-FAPERJ do Programa Pró-Ciências Física, e em consonância com os objetivos do Programa, desenvolvemos material didático instrucional com a finalidade de incentivar práticas de física nas escolas de ensino médio.

A motivação para o trabalho com o eletromagnetismo está presente no dia-a-dia de todos. A física tem despertado o interesse do público em geral e em particular dos estudantes que, assistem na TV programas de divulgação e filmes de ficção científica. É necessário buscar atualização do conhecimento científico e tecnológico para tornar as aulas de ciências mais atrativas. O eletromagnetismo é a ponte entre a Física

Clássica e a Física Moderna e as aplicações tecnológicas modernas estão amparadas nos princípios do eletromagnetismo. Durante o Curso Práticas do Eletromagnetismo foram revistos os conceitos básicos utilizando metodologia de trabalho motivada nas experiências do cotidiano, tendo como referência a proposta do GREF.

Para realizar o kit experimental refletimos sobre a escolha dos assuntos mais significativos do programa, contemplando os seguintes itens: rede elétrica, medidas de resistência, corrente e tensão com o multímetro, circuitos em série e paralelo, circuitos com diodos retificador e foto-emissor, amplificador transistorizado, transmissor de FM, montagens com alto-falante e motor-gerador, bobina e rádio de pilha para demonstração da interferência eletromagnética, imã e eletroimã para verificação do campo magnético. Também foram incluídos no kit chave teste, ferro de soldar, fio solda, alicate de fio, fonte de corrente contínua, baterias e pilhas.

Visando a posterior reprodução do material pelos cursistas, em suas escolas, organizamos os roteiros e a relação do material empregado na construção dos kits com os respectivos endereços.

A seguir reproduzimos dois roteiros de experiências elaborados pela equipe do curso de eletrônica do CEFET-RJ em colaboração com a equipe de professores instrutores do Curso Práticas do Eletromagnetismo.

1) Interferência eletromagnética

É possível demonstrar irradiação eletromagnética utilizando apenas um fio e uma fonte de tensão elétrica. Com um fio de cobre 14 ($1,5 \text{ mm}^2$), usado em instalações elétricas, formando uma grande espira de cerca de 50 cm de diâmetro em volta de um receptor de rádio AM; ligando e desligando uma fonte de tensão, como pilhas por exemplo, as variações de corrente provocam emissões de campo magnético de frequência alta o suficiente para se propagar até o receptor, ouvindo-se alguns estalos no alto-falante. Normalmente só é possível tal experiência em receptores AM porque os de FM não recebem estas variações de amplitude do campo magnético.

Procedimento: Coloque a espira de fio 14 no plano vertical orientando uma face na direção do receptor. Afastando-se o receptor AM da espira até cerca de 1 m, é possível direcionar a sua antena de forma que se tenha máximo sinal recebido. Isto ocorre quando o bastão de ferrite da bobina da antena dentro do rádio está apontada para a fonte de rádio-frequência. Tal efeito também pode ser observado em relação as estações de rádio. Experimente girar o receptor, quando estiver sintonizado em uma estação de rádio, notadamente aquelas de sinal fraco. Verifique as possibilidades.

2) Identificação dos pólos fase e neutro da rede elétrica

A lâmpada a gás Neon trabalha com tensão de aproximadamente 60 V e necessita de baixa corrente, somente alguns microampères, para ionizar o gás. Uma vez ionizado, o gás emite luz de cor alaranjada, facilmente visível. Na chave teste o cabo é feito com plástico transparente, onde se encontra a lâmpada Neon em série com um resistor cujo valor varia entre 47 k ohms até 470 k ohms.

Procedimento: A pessoa que estiver utilizando a chave para verificar a existência de tensão elétrica, deve tocar com o dedo polegar o ponto metálico localizado na parte traseira do cabo da chave. Ao tocar a ponta metálica da chave teste no polo fase da rede elétrica a lâmpada Neon irá acender. A corrente elétrica irá percorrer a partir do polo fase da rede elétrica, passando pela chave teste e pelo o corpo da pessoa, até o solo, fechando o circuito. A corrente que circula é tão baixa que não sentimos choque elétrico.

Deve-se observar que somente o polo fase da rede elétrica fará a lâmpada acender, pois no polo neutro não há diferença de potencial em relação ao solo, uma vez que ele é “aterrado” nas sub - estações da companhia de energia elétrica e nas centrais elétricas.

ATENÇÃO: Qualquer experiência ou demonstração feita na REDE ELÉTRICA é de ALTO RISCO e portanto deve ser cercada de extremo cuidado, sendo de preferência acompanhada por uma pessoa habilitada na área, com treinamento de primeiros socorros em caso de choques elétricos.

No encerramento do Curso, com a finalidade de avaliação, foram apresentados trabalhos e relatos de experiências conduzidas pelos cursistas em sala de aula, e pudemos verificar que alguns deles já estavam trabalhando com o kit produzido no Curso ou com práticas criadas a partir do kit. É importante relatar a boa receptividade por parte dos cursistas pela proposta do GREF que refletiu de forma positiva na passagem da metodologia para os seus alunos. Um dos professores relatou que o seu prestígio junto aos alunos aumentou com a inovação introduzida nas atividades do curso de física.

Bibliografia

1. ALONSO,M e FINN.E.J. - Física-Campos e Ondas, vol.2, Editora Edgard Blücher Ltda, 1972.
2. DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. Física, Cortez Editora, São Paulo, 1990
3. GIL, D. e CARVALHO, A. M. P. Tendencias y Experiencias Innovadoras en la Formacion del Professorado de Ciencias, Organizacion de Estados Iberoamericanos, Espanha, 1992, Scipione Editora, São Paulo, 1990
4. GREF, Física 3, Eletromagnetismo, edusp, 1993
5. HALLIDAY,R.C. E RESNICK.R. - Fundamentos de Física - 3^a edição, Livros Téc. e Cien. Ed.S.A., 1990.
6. MAITTE, B. La Lumière, Éditions du Seil, Paris, 1981
7. MAXIMO, A. e ALVARENGA, B. Curso de Física, Volume 3, Harper & Row do Brasil, São Paulo, 1992

8. MENEZES, L.C. Novo (?) Método (?) para Ensinar (?) Física (?) in Revista Ensino de Física, Vol.2 No.2, SBF, maio / 1980, São Paulo, pág.89-97
9. NELLIST, J. e NICHOLL,B. The Science Teacher's Handbook , Hutchinson, Inglaterra, 1987
10. NUSSENZVEIG,H.M. Curso de Física Básica-Eletromagnetismo, vol.3, apostila
11. OKUNO, E., CALDAS, I.L. e CHOW,C. Física para Ciências Biológicas e Biomédicas, Harper & Row do Brasil, São Paulo, 1982
12. PROJETO DA ENSINO DE FÍSICA-IFUSP - Eletricidade, Publicação do MEC
13. PROJETO FÍSICA: HARVARD , Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1980
14. SERRES,M. (org.) Éléments d'Histoire des Sciences, Bordas, Paris, 1994b, p. 423-445
15. TIPLER, P.A. Física, vol.3 - 2^a edição, Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1984.
16. WITKOWSKI, N. (coord.) Ciência e Tecnologia Hoje, Editora Ensaio, São Paulo, 1995a, p.90-92

PAINEL 11.11 - AUDIOVISUAL - UMA LINGUAGEM ATUAL?

Marcelo de Carvalho Bonetti¹ e Yassuko Hosoume²

¹Colégio Oswald de Andrade, mbonetti@sol.com.br

²Instituto de Física da USP, yhosoume@axfep1.if.usp.br

A utilização do audiovisual pode fornecer à sala de aula elementos que predispõem positivamente os alunos a aprender e facilitam a comunicação entre professor e aluno. A linguagem polissêmica do audiovisual tem um papel fundamental nesse processo. Entretanto temos de ficar atentos ao excesso de linearidade do discurso didático juntamente com a descontextualização da ciência promovida por diversos audiovisuais.

Os jovens da geração do computador e do vídeo-clip desenvolveram grande aversão ao discurso linear didático, eles buscam a velocidade e diversidade de informações juntamente com sua espacialidade que possibilita uma reconstrução não linear. Esse novo modelo de linguagem foi absorvido pelos meios de comunicação de massa, que modificaram seus programas afim de satisfazer a sede de conhecimento dos jovens através dessa nova linguagem .

Sônia Salém (1986) caracteriza a seqüência como algo inerente a todos processos diacrônicos como o ensino. Esse é núcleo do paradigma do pensamento linear do processo educacional . Sônia ainda ressalta: “os professores têm o problema de transformar o conhecimento global (espacial) numa seqüência de conhecimentos locais com um encadeamento lógico linear” e “o estudante tem o problema inverso, cabe a ele transformar o local em global e recuperar, no caminho linear, a estrutura multidimensional”. A linguagem polissêmica é a composição de linguagens lineares e pode ser espacial quando exploradas as inter-relações entre as linguagens, podendo dessa forma promover um aprendizado mais produtivo e de melhor qualidade para os alunos.

Buscando verificar se a linguagem utilizada num audiovisual pode modificar a qualidade do aprendizado dos alunos, foi realizada uma pesquisa no universo da classe média de São Paulo, com alunos da 1^a série do ensino médio particular, utilizando dois vídeos: um linear A⁽¹⁾, e outro não linear B⁽²⁾.

Apresentamos os vídeos a três grupos, totalizando 85 alunos: para o grupo I o vídeo A, para o grupo II o vídeo B e para o grupo III os dois vídeos (B , A). Em todos os casos seguimos a metodologia: aplica-se o pré-teste sobre conceitos intuitivos, em seguida apresenta-se o vídeo e aplica-se o pós-teste.

O pré-teste trata de situações de alavancas: uma inter-resistente, outra inter-fixa e a terceira inter-potente, constituídas de uma mesma tábua, mesma pedra e mesmo apoio. No caso inter-resistente a pedra fica no meio e nos outros casos a pedra fica no extremo da tábua. Pergunta-se em qual situação é mais fácil manter a pedra levantada e pede-se que em cada situação relate-a com objetos/coisas/brinquedos/etc.

Ambos os vídeos têm como tema as alavancas, classificando-as e mostrando vários exemplos do cotidiano. O vídeo A ainda aborda a questão da distância entre o apoio e a resistência ou a potência, embora o faça quase despercebidamente. O vídeo B não toca nesse assunto mas é melhor contextualizado, apresentando um problema que será solucionado durante o episódio .

O pós-teste permite que as respostas anteriores sejam modificadas ou acrescentadas. Ele também verifica a interpretação do audiovisual pelo aluno. Realiza-se o levantamento da cena que o aluno gostou e da que não gostou.

Alguns resultados:

Em relação a acertividade, comparando o pré-teste e o pós-teste de cada grupo, não houve melhorias. Os resultados são muito semelhantes sendo que o grupo II obteve o melhor desempenho em ambos os casos. Entretanto houve melhorias significativas apesar de não obter o acerto. Os grupos I e II têm resultados semelhantes com uma tendência favorável ao grupo II, mas é o grupo III que claramente mostra um melhor desempenho em corrigir erros (41%), acrescentar objetos ou completar a resposta (59%), além de ter a menor porcentagem de alunos que não alteraram nenhum conhecimento (30%). Em relação ao acréscimo de objetos, o vídeo B melhorou 20% dos casos enquanto que o A somente 15%, esse fato é bastante relevante, uma vez que os alunos que assistiram o vídeo B mostraram que seu interesse principal foi pela explicação (32%) enquanto que para os alunos que assistiram o vídeo A o principal interesse foi pelo conjunto de exemplos

utilizados para ilustrar o assunto (81%). Os resultados observados no grupo III acompanham essas estatísticas para os alunos que gostaram mais do vídeo B e para os que gostaram mais do vídeo A respectivamente.

O vídeo A é aquele que teve maior rejeição (60%), somente 40% não o rejeitou enquanto que 80% não rejeitou o vídeo B, entretanto a maioria dos alunos classificaram o vídeo A como aquele que ensina mais física (59%) afirmando que é mais parecido com a aula. Esta percepção dos alunos é falsa pois o vídeo B não apresentou desempenho pior em nenhuma situação e apresentou melhor desempenho geral.

Conclusões:

Os resultados mostram que o vídeo mais atrativo é o B e que ele teve um desempenho didático melhor. Entretanto o vídeo A é aquele classificado pela maioria dos alunos como o vídeo que ensina mais física. Essa percepção é falsa e pode estar ligada à semelhança do vídeo A com a prática da sala de aula, que utilizando uma linguagem didática linear acaba por impor uma maior “veracidade” ao vídeo.

O vídeo B é o que teve menor rejeição e os alunos se interessaram pelas explicações, enquanto o vídeo A apresentou a maior rejeição e a qualidade ressaltada pelos alunos foi o conjunto de exemplos utilizados para ilustrar o assunto. Entretanto o grupo II (vídeo B), acrescentou mais objetos no pós-teste que o grupo I (vídeo A). A contextualização do vídeo B, baseada na necessidade de se utilizar alavancas, pode ser apontada como o fator que propiciou o interesse por parte dos alunos nas explicações, o que deve ter levado a um melhor desempenho. Os melhores resultados foram obtidos com a apresentação dos dois vídeos, mas acreditamos que a ordem de apresentação pode interferir neste resultado.

Desta forma apresentamos indícios que a utilização dessa nova linguagem é um elemento estruturante da prática escolar, não podendo ser esquecida, desqualificada ou ainda ignorada pelos educadores e produtores de audiovisuais.

Bibliografia e Notas :

- (1) Vídeo A : Série “O Professor”- RTC - São Paulo - SP . Tema : Máquinas simples. Duração: 24min.
- (2) Vídeo B : Série “O Mundo de Beakman”- Warner -USA. Tema: Alavancas.
Duração: 15 min.
- (3) Miléo, Pedro Romano Filho. OS MEIOS AUDIOVISUAIS NO ENSINO DE FÍSICA: produção, classificação, e dinâmicas de utilização de audiovisuais educativos de física na sala de aula. Dissertação de mestrado em ensino de ciências(modalidade física)- IFUSP/FEUSP. São Paulo. 1994
- (4) Lopes, José Junio. LEITURAS DO VÍDEO DIDÁTICO DE FÍSICA : ESTUDO DE ALGUNS EPISÓDIOS. Dissertação de mestrado em ensino de ciências(modalidade física)- IFUSP/FEUSP. São Paulo. 1995
- (5) Salém, Sônia. ESTRUTURAS CONCEITUAIS NO ENSINO DE FÍSICA. Dissertação de mestrado em ensino de ciências(modalidade física)- IFUSP/FEUSP. São Paulo. 1986

PAINEL 11.12 - CALORÍMETRO DE BAIXO CUSTO

Carlos Eduardo Laburi¹ e Rogério Rodrigues²

¹Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina, laburu@npd.uol.br

²Graduando do Departamento de Física, Universidade Estadual de Londrina

Introdução

Neste trabalho propomos a construção de um calorímetro de baixo custo, que use material de fácil obtenção, a fim de substituir o calorímetro didático convencional comumente empregado nas escolas. Particularmente, nas caixas comerciais de materiais de termologia para laboratório do nível médio (por exemplo, Funbec) encontramos calorímetros constituídos de um recipiente de isopor contendo, internamente a este, um copo de alumínio. Muitas vezes, quando precisamos utilizar vários calorímetros e não temos um número suficiente de caixas, ou quando há danificação do calorímetro de uma caixa, fazemos uso de garrafas térmicas de café que substituem de maneira satisfatória o calorímetro convencional. Contudo, pudemos observar na prática docente que além de relativamente caros esses calorímetros eram muito perigosos. Quando da sua manipulação a garrafa a vácuo de vidro interna a garrafa térmica estourava, ou melhor, implodia com relativa facilidade quando eram feitas experiências onde materiais sólidos duros como, por exemplo, barras de ferro, de cobre, etc., eram manipulados dentro do calorímetro com o objetivo de medir o seus calores específicos.

Com essas preocupações em mente propomos substituir o calorímetro comercial por um calorímetro constituído de uma vasilha de isopor para latas de refrigerante ou cerveja de 350 ml, tendo uma dessas latas como recipiente interno, como na seção abaixo detalhamos. O custo do calorímetro fica sendo o preço de dois recipiente de isopor (da ordem de R\$ 1,00).

Este trabalho pretende apresentar na seqüência uma comparação quantitativa dos calorímetros da Funbec com o aqui proposto. Essa comparação far-se-á tomando como base dois parâmetros. Primeiramente medimos os valores da capacidade térmica dos calorímetros mostrando assim as diferenças relativas entre os dois. Em seguida, faremos um estudo da qualidade experimental dos calorímetros no que se refere aos seus isolamentos térmicos.

Construção do calorímetro

Como dissemos, o material para construir o calorímetro constitui-se basicamente de dois recipientes de isopor para latas de 350 ml e mais uma destas latas vazia, da qual retira a tampa, com a ajuda de um abridor de latas. Um dos dois recipientes de isopor será usado como tampa do calorímetro. Para isso, cortamos-a, aproximadamente, dois dedos do fundo do recipiente uma peça que vai servir de tampa do calorímetro. Toma-se o cuidado para que esse corte seja bem feito, pois a tampa deve encaixar da melhor maneira possível na parte superior do recipiente de isopor, que contém a lata sem tampa. Esta última, em geral, sobressai também uns dois dedos do recipiente de isopor que a contém. Por final, fazemos uma perfuração central na tampa de isopor de modo que o diâmetro do furo sirva para passar perfeitamente o termômetro que será usado nas experiências de calorimetria. Feito isso temos o nosso calorímetro pronto para realizar as experiências.

Medidas comparativas e procedimentos experimentais

a) *Capacidade térmica dos calorímetros.*

$$C(\text{Funbec}) = 20,74 \pm 1,07 \text{ cal}^{\circ}\text{C}$$

$$C(\text{Alternativo}) = 19,7 \pm 0,7 \text{ cal}^{\circ}\text{C}$$

b) *Isolamento térmico*

Um segundo ponto importante de avaliação comparativa entre os calorímetros refere-se a qualidade do isolamento térmico de ambos. Para isso fizemos um teste dessa qualidade. Assim, passamos a medir o decréscimo da temperatura interna dos calorímetros a partir da temperatura de equilíbrio com o tempo (de 10 em 10 minutos), durante 40 minutos.

Na tabela abaixo mostramos as temperaturas dos calorímetros em função do tempo.

Tempo(min)	Temperatura °C			
	Funbec	ΔT	Alternativo	ΔT
0 (t_c)	91		91	
10	85	6	87	4
20	81	4	83	4
30	77	4	79	4
40	73	4	76	3

Pela tabela pode-se perceber que a taxa de perda de calor entre os calorímetros é praticamente equivalentes.

PAINEL 11.13 - REPENSANDO O LABORATÓRIO DE FÍSICA NO 2 GRAU: ELABORAÇÃO DE VÍDEOS PELOS ESTUDANTES

Ana Tereza Filipecki¹ e Susana de Souza Barros²

¹Grupo Integrado Madalena Kahn e CLTIQT, Senai, RJ, e-mail: afilipecki@cetiqt.senai.br;

²Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, e-mail: susana@if.ufrj.br

Partindo da análise da prática de uma abordagem tradicional do Laboratório de Física do 2º Grau, fomos obrigados a reconhecer a baixa contribuição das atividades denominadas acadêmicas que são geralmente desenvolvidas para a aprendizagem conceitual da física. A partir das idéias surgidas e pelas condições existentes na escola, escolhemos uma proposta ‘lúdica’ que certamente atende objetivos afetivos e ao mesmo tempo permite que os estudantes se engajem significativamente com conceitos básicos da Física escolarizada e que façam também observações de situações que eles mesmos criam. A escolha recaiu no uso da câmera de vídeo, como técnica de registro para elaboração de vídeos pelos estudantes, de situações físicas, sempre relacionadas à disciplina. O trabalho desenvolvido pelos estudantes foi estruturado para possibilitar a elaboração do vídeo de forma a atender os seguintes objetivos: ser instrutivo e seguir seqüência lógica; *falar por si mesmo*; definir e/ou explicar com clareza os conceitos físicos abordados, mostrando, se possível, aplicações dos conceitos; refletindo organização e obedecendo um formato mínimo de normalização solicitado. Do ponto de vista da cognição solicita-se que os conceitos da física utilizados pelos estudantes gerem imagens que reflitam a compreensão do assunto escolhido pelo grupo. Podemos classificar os 48 vídeos produzidos como: i) experiências escolarizadas realizadas no laboratório e fora do mesmo; ii) situações do cotidiano; iii) entrevistas com especialistas sobre assuntos de física ou tecnológicos e iv) situações híbridas, sempre relacionadas à física trabalhada na disciplina. No presente estudo, de caráter exploratório, discutiremos quais dos objetivos iniciais do trabalho foram atingidos e qual a expectativa do efeito desta metodologia em relação aos processos de ensino-aprendizagem dos conceitos físicos trabalhados no laboratório escolar. Alguns aspectos de externalização dos modelos conceituais dos alunos através da construção de imagens serão analisados. Procuraremos também definir indicadores adequados para um estudo mais aprofundado da contribuição das atividades experimentais, para a conceituação da física, através da utilização da metodologia aqui proposta.

PAINEL 12.2 - DESATANDO O NÓ: UMA SOLUÇÃO PARA TRABALHAR A CINEMÁTICA VETORIAL NO ENSINO MÉDIO

Ana Paula Damato Bemfeito

Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro - (bemfeito@trip.com.br)

I - Introdução

“Pronto! Acabei a Cinemática Escalar, agora vou começar a Cinemática Vetorial. Depois começo a Dinâmica...”. Esse momento, em que todos os professores do Ensino Médio que estão trabalhando Mecânica segundo o sequência do conteúdo programático tradicional se deparam, em geral no segundo semestre do ano letivo, é um momento angustiante. Primeiro: o ano letivo já avança, e a Física mesmo (não caiamos no risco de considerarmos a Cinemática como Física) ele nem começou. Segundo: ele vai refazer o discurso todo anterior, considerando agora o verdadeiro caráter (o vetorial) de muitas grandezas que ele já vêm trabalhando: posição, deslocamento, velocidade, aceleração. Em geral, trabalha “Vetores”, desvinculadamente do professor de Matemática, fazendo um discurso que, o aluno só relacionará (se relacionar!) com o deste professor muito mais tarde. E mesmo que ele leve os alunos a perceberem que está refazendo o discurso para poder trabalhar bidimensionalmente (ou tri), lá se vai outro bimestre, muito formalismo, muito descrição de movimento e acima de tudo: muitos conceitos impostos ao aluno, que percebe tudo meio sem sentido, pois define direção e sentido dos vetores sem a menor associação com a idéia física por trás dos vetores estudados, pois ainda nem ouviu falar em força... Que sentido fará para o aluno, por exemplo, o vetor aceleração tangencial ser “tangente à trajetória, com o sentido oposto ao do vetor velocidade instantânea, caso o movimento seja retardado”?

Ante esse quadro muito e muito crítico, onde o aluno muitas vezes perderá o gosto pela Física, até por associá-la com a descrição extensíssima dos movimentos que lhe foi imposta, antes mesmo de entender a causa desses, damos aqui uma sugestão para resolvemos todas essas questões, propondo uma sequência de atividades e utilizando vários recursos, inclusive o “kit-vetores”, desenvolvido para esse trabalho, onde o foco é construir esses conceitos juntamente com o aluno, a partir de situações trazidas do seu dia-a-dia.

Esse trabalho foi desenvolvido para o curso de Mecânica, do Programa Pró-Ciências - Física, apoio CAPES-FAPERJ.

O nosso trabalho utiliza com referência o livro de GREF¹. Este sugere um trabalho com a mecânica completamente distinto daquele tradicionalmente realizado nas nossas escolas. Propõe iniciar a Mecânica pelas Leis de Newton e pelo Princípio de Conservação, introduzindo antes do formalismo matemático os conceitos de força, torque, energia, trabalho, potência, as leis de Newton, e os princípios de conservação da quantidade de momento linear, de momento angular e da energia. Posteriormente trabalha as Condições de Equilíbrio. Só na última parte efetua a descrição matemática dos movimentos, a Cinemática.

Achamos esse modo de trabalhar muito mais eficiente que o tradicional. Além de várias vantagens, como a de facilitar para o aluno a compreensão dos conceitos físicos, e não cair no seríssimo erro de o aluno perceber a Física mais como principalmente descrição de movimento, torna também muito mais compreensível e fundamentado o formalismo utilizado na Cinemática Vetorial.

Especificamente nessa parte, Cinemática Vetorial, elaboramos a nossa própria proposta:

2 – A Sequência:

- 1) Iniciamos o trabalho através de uma breve discussão sobre as diferentes maneiras de “localizar”, como latitude e longitude, cidades “planejadas” e Códigos de Endereçamento Postal (CEP). Para esse último, utilizamos o material explicativo que acompanha o Guia do CEP encontrado nos Correios. A participação dos alunos é bastante intensa.
- 2) Provocamos agora uma discussão em torno da distinção entre grandezas vetoriais e escalares: “Posição é Vetor”.
- 3) Levantamos agora a necessidade do referencial.
- 4) Efetuamos a Prática com o Mapa, cujo objetivo é construir juntamente com o aluno os conceitos dos vetores Posição (\vec{S}), Deslocamento ($\Delta\vec{S}$), o que leva a introduzir de forma muito mais fundamentada a operação de subtração vetorial ($\Delta\vec{S} = \vec{S}_f - \vec{S}_i$), a soma vetorial ($\Delta\vec{S}_{total} = \vec{S}_1 + \vec{S}_2$), e o vetor Velocidade Média (\vec{v}_m). Destaca-se também a necessidade de um referencial.

Para isso, utilizamos um mapa plastificado grande (de preferência da própria cidade do aluno), pincéis para quadro branco de cores distintas, um apagador comum, o que nos leva a poder “apagar” o que quisermos no mapa, e utilizá-lo diversas vezes;

Pedimos a dois alunos marcarem onde moram no quadro e a escola. Questionamos como descreveria a posição de suas casas no mapa, levando à necessidade de escolher um referencial, e à seta orientada como ferramenta mais adequada. Então, definir o vetor posição \vec{S} . A partir da questão: “Se o aluno A fosse de sua casa para a casa do aluno B, qual seria seu deslocamento?”, definir o vetor $\Delta\vec{S} = \vec{S}_f - \vec{S}_i$ e a técnica de subtração vetorial. A partir da questão: “Se A foi a casa de B, depois para a escola, qual foi o seu

deslocamento total?", mostrar a técnica da soma vetorial. Passando a considerar os intervalos de tempo entre os deslocamentos, definir vetor velocidade média \vec{v}_m .

Esse material também é bastante adequado para, após o trabalho geométrico, desenvolver o parte analítica: coordenadas de um vetor, soma e subtração vetorial, cálculo do módulo de um vetor, etc.

5) Agora, já trabalhado os vetores posição, deslocamento, velocidade média, e as operações de soma e subtração vetorial, introduzimos o vetor velocidade instantânea a partir da noção intuitiva do aluno. Utilizando um carrinho amarrado em um barbante, posto a descrever um movimento circular, "saindo pela tangente" ao ser solto, formalizamos o conceito de vetor velocidade instantânea (\vec{v}): tangente à trajetória no sentido do movimento, pois mostra a tendência instantânea do movimento de um corpo, alterada devido à ação de uma força central, responsável exclusivamente pela variação na direção do vetor velocidade. É fundamental o aluno perceber que, devido ao caráter vetorial da velocidade, é necessário a ação de uma força responsável não pela variação do módulo do vetor velocidade, mas da direção!!! E que esta deve ter a direção do centro, pois onde está atuando a força que é responsável pelo giro do carrinho? No barbante. Na direção do centro da circunferência descrita pelo carrinho!!!!

6) Devido ao que fundamentamos na 5ª etapa, a noção intuitiva do vetor aceleração centrípeta (\vec{a}_{cp}), apontando para o centro, se torna não só mais aceitável o aluno, que normalmente estranha essa definição, como a única possível, já que percebeu claramente que a resultante das forças que têm a direção do centro é a responsável pela realização da curva;

7) Trabalhamos agora o vetor aceleração tangencial (\vec{a}_t): "Onde deveria atuar uma força (o que implica numa aceleração, já que já conhece as leis de Newton) que efetivamente aumentasse (ou diminuisse) apenas o módulo do vetor \vec{v} ?";

8) Da geometria, tendo ficado claro que o vetor \vec{a}_{cp} tem a direção do centro e o \vec{a}_t a da tangente, (são perpendiculares), definimos o vetor aceleração total (\vec{a}).

9) Exercícios utilizando o kit-vetores, cujo objetivo é analisar de forma interativa as diversas possibilidades de esquemas com os vetores \vec{v} , \vec{a}_{cp} , \vec{a}_t , \vec{a} quando analisamos os movimentos: retilíneo ou curvilíneo, uniforme ou variado (acelerado ou retardado) e qual as alterações que ocorrem quando variamos o módulo de \vec{v} , r (raio) e ω (velocidade angular).

O kit-vetores consiste em um cilindro de madeira, onde são fixadas 4 "antenas", permitindo variações em todos os graus de liberdade (giros e variações de comprimento) e coloridas.

Primeiramente, leve o aluno a associar uma cor a cada um dos vetores: \vec{v} , \vec{a}_{cp} , \vec{a}_t , \vec{a} . Tendo a mão uma bolinha (tipo frescobol), e um ventilador, com pelo menos 2 velocidades, com 2 pontos marcados na hélice com durex colorido (ou pedacinho de contact), um ponto mais interno que outro, perguntar aos alunos os tipos de movimentos, desenhar no quadro as trajetórias dos pontos que estamos analisando, colocar o kit-vetores em diversas posições dessas trajetórias, mostrando como ficam o esquema com os 4 vetores, considerando os seguintes movimentos: bolinha lançada para cima; bolinha caindo em queda livre; bolinha parada instantaneamente no ponto de altura máxima (Após isso, variar a velocidade de lançamento e ver como esse fato influi no esquema dos vetores); ponto da hélice mais exterior, quando o ventilador acabou de ser ligado; ponto da hélice mais exterior, quando o ventilador estabilizou-se em uma certa velocidade; ponto da hélice mais exterior, quando o ventilador acabou de ser desligado. Variar, aí, as velocidades do ventilador, analisando que mudanças ocorrem). Após isso, comparar o que muda para o ponto mais interior - de raio menor.

Bibliografia de Referência:

- 15) NARDI, ROBERTO, Pesquisas em Ensino de Física, Editora São Paulo, 1998
- 16) GREF, Física 1, Mecânica, edusp, 1993
- 17) GIL, D. e CARVALHO, A. M. P. Tendencias y Experiencias Innovadoras en la Formacion del Professorado de Ciencias, Organizacion de Estados Iberoamericanos, Espanha, 1992
- 18) Scipione Editora, São Paulo, 1990
- 19) HALLIDAY, R.C. E RESNICK, R. - Fundamentos de Física - 3^a edição, Livros Téc. e Cien. Ed.S.A., 1990.
- 20) MAXIMO, A. e ALVARENGA, B. Curso de Física, Volume 3, Harper & Row do Brasil, São Paulo, 1992
- 21) NELLIST, J. e NICHOLL, B. The Science Teacher's Handbook, Hutchinson, Inglaterra, 1987
- 22) NUSSENZVEIG, H.M. Curso de Física Básica-Mecânica, vol. 1, apostila
- 23) OKUNO, E., CALDAS, I.L. e CHOW, C. Física para Ciências Biológicas e Biomédicas, Harper & Row do Brasil, São Paulo, 1982
- 24) PROJETO DA ENSINO DE FÍSICA-IFUSP - Mecânica, Publicação do MEC
- 25) PROJETO FÍSICA: HARVARD, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1980
- 26) SERRES, M. (org.) Éléments d'Histoire des Sciences, Bordas, Paris, 1994b, p. 423-445
- 27) TIPLER, P.A. Física, vol. 1 - 2^a edição, Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1984.

PAINEL 12.3 - “BRINCANDO COM A CIÊNCIA”: UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS DE BAIXO CUSTO NA SALA DE AULA

Simone Pinheiro Pinto¹ e Lucia Helena de Souza Rebello²

¹Museu de Astronomia e Ciências Afins/Departamento de Educação

²Universidade Federal Fluminense/Faculdade de Educação – luciareb@opentlink.com.br

O ensino de ciências tem se apresentado como grande tema de discussão no que diz respeito a formação do professor, principalmente do professor do ensino fundamental onde a sua formação tem se mostrado pouco eficaz na área de ciências, o que o deixa bastante limitado para buscar formas diferenciadas de ensino de ciências.

Em geral os professores acreditam que o ensino de ciências poderia ser melhor com a utilização de experiências. Segundo Delizoicov e Angotti (1991) é conveniente um trabalho experimental que dê margem à discussão e interpretação de resultados obtidos, com o professor atuando no sentido de apresentar e desenvolver conceitos, leis e teorias envolvidos na experimentação, no entanto deve-se evitar confundir atividades práticas com a necessidade de um ambiente com instrumentos ou aparelhos sofisticados para a realização dessas experiências.

Discussões recentes (Falcão, 1996) apontam algumas vantagens na utilização de materiais de baixo custo nas aulas de ciências. É neste âmbito que se baseia o programa “Brincando com a Ciência”.

O “Brincando com a Ciência” é um programa desenvolvido pelo Museu de Astronomia e Ciências Afins desde 1986, sendo uma atividade orientada para o público infantil (6 a 12 anos) que visita o museu. Tem como objetivo despertar nas crianças o interesse pela ciência através de módulos ou brinquedos interativos construídos com material de baixo custo. Através de módulos ou brinquedos interativos fundamentados em princípios científicos, estimula-se o pensamento, o questionamento e a criatividade do usuário. O “Brincando com a Ciência” não espera que o usuário elabore conceitos abstratos, mas procura criar um ambiente onde a observação de um fato científico possa ser interpretada sem o conhecimento prévio de uma teoria. O alcance dessa interpretação varia conforme o interesse do observador pelo assunto, suas vivências anteriores e sua percepção.

Para a proposta de trabalho na Praça da Ciência Itinerante, foi organizada uma nova estratégia já que o público era bastante diferenciado, tendo agora não só os objetivos citados anteriormente mas também o de atuar de forma construtiva na formação de professores.

O Projeto Praça da Ciência Itinerante coordenado pelo Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro(CECIERJ) desde 1995, tem como objetivos criar novas e maiores oportunidades para que crianças, adolescentes e jovens possam compreender o mundo ao seu redor e refletir sobre diversos campos do saber. É um centro Itinerante de Ciência e Cultura e insere-se na perspectiva de facilitar a reflexão e o acesso ao saber científico através da vivência de formas de participação, experimentação e criação. Estimula o intercâmbio entre o conhecimento científico e tecnológico, professores, estudantes e grande público.

Esta pesquisa relata o trabalho realizado junto a turmas de formação de professores, buscando uma reflexão sobre a utilização de experimentos construídos com material de baixo custo na sala de aula.

A atividade foi realizada em dois encontros, onde eram apresentados alguns módulos do “Brincando com a Ciência” havendo espaço para que os estudantes interagissem com vários deles e, estimulava-se um debate sobre o papel da experimentação no ensino de ciências e o uso desses materiais.

No primeiro, inicia-se a atividade com uma apresentação sobre o MAST e sobre os módulos do “Brincando com a Ciência”, havendo espaço para que os estudantes interajam com vários deles. Optou-se também por apresentar uma grande variedade de módulos, enriquecendo a experiência dos estudantes. No segundo encontro estimula-se um debate sobre o papel da experimentação no Ensino de Ciências, buscando uma reflexão sobre a utilização dos módulos na sala de aula. Acredita-se que desta forma pode-se contribuir na formação destes professores através da reflexão sobre alguns dos temas que permeiam as discussões que dizem respeito ao Ensino de Ciências.

A avaliação foi feita através de questionário escrito semi-estruturado onde os estudantes tinham que elaborar uma atividade de aplicação do material apresentado.

A análise dos resultados apontam que os módulos apresentavam boa aplicabilidade em sala de aula, os que foram escolhidos com maior freqüência eram os que possuíam conteúdos simples, de fácil construção, privilegiavam a brincadeira e o trabalho em grupo. Priorizaram a utilização dos módulos como forma de aprofundamento do conteúdo formal, embora nossa proposta inicial tenha sido de utilizá-los como instrumentos para despertar o interesse pela ciência e não apenas o aprofundamento teórico, por estarmos trabalhando com futuros professores do primeiro segmento do ensino fundamental.

BIBLIOGRAFIA:

1. ASTOLFI, Jean-Pierre e DEVELAY, Michel. **A Didática das Ciências**. Campinas, SP: Papirus, 1990.
2. CARVALHO, A.M.P. - Construção do Conhecimento e Ensino de Ciências. **Em Aberto**, Brasília, ano 11, no 55, jul/set. 1992.
3. DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo, Ed. Cortez, 1991.

4. FALCÃO, D. e ALMEIDA, R. **Brincando com a Ciência. Experimentos Interativos de Baixo Custo** - Museu de Astronomia e Ciências Afins - Rio de Janeiro: MAST, 1996.
5. FALCÃO, D. **Avaliação da Contribuição de uma atividade não-formal de Educação ao Contexto Escolar**. Monografia de Especialização em Ensino de Ciências – UFF, 1996
6. KRASILCHIK, Miriam. **O Professor e o Currículo de Ciências**. São Paulo, EPU, 1987.
7. ----- O Ensino de Ciências e a Formação do Cidadão, in **Em Aberto**, no 40, ano 7, Brasília, out/dez, 1988.
8. LUDKE, Menga e ANDRÉ, Marli E. D. A.. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo, EPU, 1986.
9. MARANDINO, Martha. **O Ensino de Ciências e a Perspectiva da Didática Crítica**. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro. 1994.

PAINEL 12.4 - KIT DE EXPERIMENTOS ÓPTICOS COM APONTADOR LASER

Ronaldo C. Viscovini¹, Paula C. C. Gianini² e Vanda A. V. Pedreira¹

¹Universidade Estadual de Maringá (UEM) - viscovin@jfi.unicamp.br

²Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) - pgianini@ici.jfi.unicamp.br

I - Introdução:

O conceito de raios luminosos é largamente empregado no ensino da óptica. Este conceito, baseado na propagação retilínea da luz, constitui uma importante ferramenta principalmente na óptica geométrica. Ele é usado para o ensino das leis de reflexão e refração e do funcionamento dos espelhos, lentes, prismas, fibras e outros componentes ópticos. Neste trabalho apresentamos um kit para o ensino experimental de óptica onde a radiação de um diodo laser é utilizado como modelo para raio luminoso.

II - Montagem do Kit:

O Kit é composto por 4 partes, descritas a seguir.

a) Laser e Suporte magnético: (figura 1)

O apontador laser é um modelo de baixo custo de $\lambda=670\text{nm}$, potência de 1.0mW , alimentado por 2 pilhas “palito” (AAA) que possibilitam manter o laser ligado por aproximadamente 25 horas. Este apontador laser possui na sua saída um feixe de luz elíptico de aproximadamente $2\times3\text{mm}$, que aumenta em torno de 1mm após 1.0m (divergência $\sim 1\text{mRad}$).

O suporte magnético utiliza um imã reaproveitado do desmanche de um alto-falante antigo ($\sim 10\text{W}$), colado com epox na base de aço inox. A haste, também de aço inox, é rosqueada à base e o prendedor para o laser é de alumínio e pode ser adquirido em lojas de material de laboratório.

b) Suporte magnético para lentes e espelhos: (figura 2)

O imã e a base de aço são idênticas às descritas para o suporte de laser. O porta lentes é composto por uma lâmina de aço dobrada em L. Na lateral existe um corte circular de diâmetro de 6.0cm , que permite utilizarmos lentes comerciais com diâmetro de 6.5cm usadas para confecção de óculos. Para prender as lentes no L de metal é utilizado um anel de plástico rígido e 3 parafusos.

c) Régua (eixo z): (figura 3)

A régua é de plástico branco de 20cm presa a 2 pequenos pedaços de cantoneira por 2 parafusos.

d) Base de metal:

A base de metal tem como função a fixação dos suportes magnéticos e é constituída por uma chapa retangular de ferro de lados 45cm e 35cm , com espessura de 4mm . Sobre esta base é colada com plástico aderente transparente uma folha de papel milimetrado (formato A3), cuja função é de fornecer as coordenadas X e Y das posições por onde o feixe de luz passar.

III - Experimentos:

Inúmeros experimentos podem ser realizados com este versátil kit. Aqui descreveremos 3 experimentos que servem de exemplos das diferentes possibilidades.

a) Propagação Retilínea da Luz:

É um experimento bastante simples que possibilita ao aluno constatar a propriedade da propagação retilínea da luz. Para sua realização inicialmente posicionamos o laser transverso a base de metal. Posteriormente anotamos as posições (X e Y) seguidas pelo feixe de laser e transcrevemos para um gráfico obtendo uma reta. Esta experiência pode ajudar o aluno na aprendizagem de geometria analítica e confecção de gráficos. Podemos requintar o experimento medindo também a coordenada z (distância do feixe laser à base de metal) diretamente com a régua..

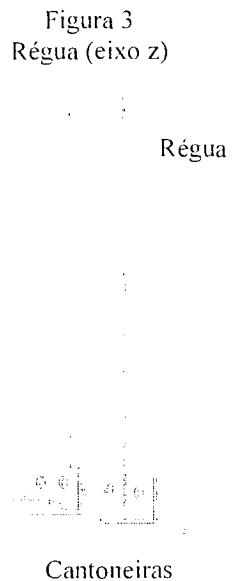
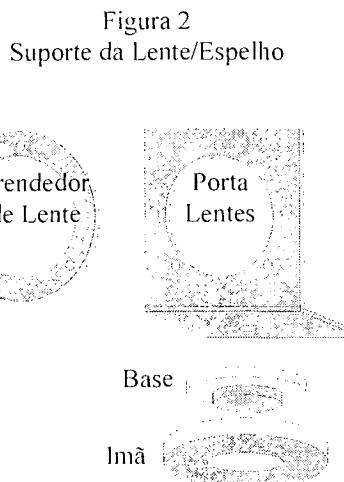
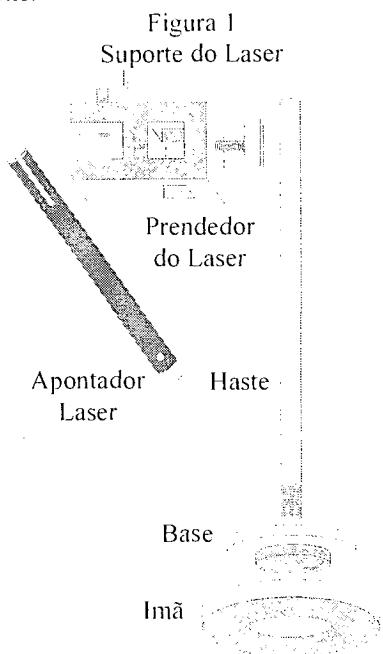
b) Reflexão Especular:

Neste experimento testamos a lei de reflexão. Inicialmente definimos com o feixe de laser um eixo óptico, que por facilidade pode ser paralelo ao eixo X. Colocamos um espelho perpendicular ao eixo óptico, de modo que o feixe de laser refletido sobreponha o feixe incidente. Posteriormente colocamos o laser transverso incidindo no espelho junto ao eixo óptico. Anotando as posições do feixe de laser e representando num gráfico podemos medir os ângulos de incidência e de reflexão.

c) Determinação do Foco de Lente Convergente:

Neste experimento usaremos uma lente delgada tipo convergente comercial. Inicialmente colocamos o

feixe de luz laser paralelo a um dos eixos da base metálica ($Y=120\text{mm}$, por exemplo) e posicionamos a lente de modo a não mudar a direção de propagação do feixe, garantindo que este será o eixo óptico. Posteriormente deslocamos o feixe paralelamente ao eixo óptico (para $Y=98\text{mm}$, por exemplo). Acompanhado o feixe de luz laser posterior a lente, notaremos que este converge para o eixo óptico. Medindo a distância entre a lente e a intersecção do feixe convergente e o eixo óptico temos a distância focal desta lente.



IV – Conclusão:

Neste trabalho apresentamos um versátil kit com apontador laser, desenvolvido para experimentos ópticos. Também descrevemos algumas experiências acerca das bases da óptica geométrica: propagação retilínea, reflexão e refração da luz, que foram realizadas para testar este kit.

V – Bibliografia:

1. Física 4 por D.Halliday e R.Resnick, 4^a. Ed. Tradução: A.L.Videira, Livros Técnicos e Científicos Editora, 1978.
2. L.Misoguti, C.R.Mendonça, A.M.Tuboy, R.Habesch, V.S.Bagnato, Revista Brasileira de Ensino de Física, Vol 19, nº 4, 1997.

PAINEL 12.5 - UMA AULA EXPERIMENTAL: O MOVIMENTO DE QUEDA LIVRE

Nilva L. L. Sales, Valter L. Libero e Aguida C. M. Barreiro

Instituto de Física de São Carlos - USP

Nilva@ifsc.sc.usp.br

Libero@ifsc.sc.usp.br

Aguida@ifsc.sc.usp.br

Introdução:

Uma das dificuldades do ensino de física no curso médio é a falta de relacionamento entre as fórmulas usadas em sala de aula e as situações presenciadas pelos alunos no seu dia-a-dia. Uma solução que se tem mostrado eficaz está no uso de aulas experimentais que promovam o encontro da física do cotidiano com a física da sala de aula. Esta idéia já é bem aceita entre os educadores, porém pouco utilizada na sua rotina, ou por falta de preparo dos professores ou por falta de material didático próprio para estas aulas.

A proposta deste trabalho é a montagem de um experimento simples e barato que possa ser utilizado numa aula de cinemática em qualquer escola de ensino médio. Este experimento servirá para a medida da aceleração da gravidade pelo movimento de queda livre. A escolha por um experimento da parte de cinemática é devido ao fato de este ser um dos primeiros tópicos a serem estudados em física, e além disso o movimento de queda livre é normalmente observado pelos alunos no seu cotidiano. Deve-se lembrar, ainda, que a aceleração da gravidade é uma das grandezas físicas mais utilizadas em exercícios de física básica.

O experimento é formado por uma bola de metal, um circuito RC como marcador de tempo, e um aparato para determinação da altura de queda da bola. A idéia do experimento é medir vários pares de alturas e tempos de queda para que se possa caracterizar graficamente o movimento de queda livre e com isto determinar o valor da aceleração de gravidade local.

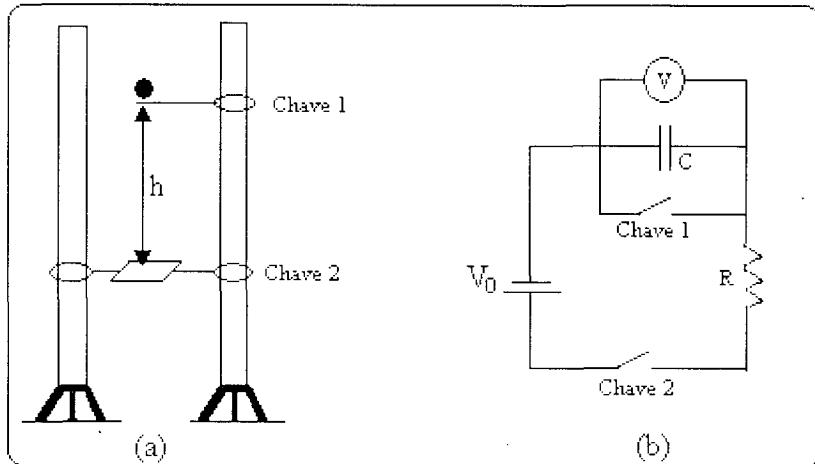
O experimento:

Basicamente, o experimento é formado por uma bolinha de metal, dois suportes com duas hastas, que determinam a distância percorrida pela bolinha durante sua queda. O marcador de tempo é formado por um circuito RC alimentado por uma bateria de 3,0V (duas pilhas de 1,5V) que através do tempo de carga do capacitor, determina o tempo de queda da bolinha. A figura 1 mostra o esquema do aparato experimental (a) e o circuito usado como “cronômetro” (b).

Figura 1 - esquema do aparato experimental (a) e circuito usado como “cronômetro” (b)

No início as duas chaves estão fechadas. Quando a chave 1 é aberta o capacitor começa a se carregar parando quando a chave 2 for aberta. O tempo de queda é determinado através da expressão de carga do capacitor:

Como chave 1 é usado um prendedor de madeira que segura a bolinha fazendo contato com fios



soldados na ponta deste, assim a chave é aberta no exato instante em que a bolinha cai. A chave 2 é formada por um feixe de fios bem finos presos por fita “crepe”, fixos em uma extremidade e apenas encostados na outra, para que o contato seja rompido com a passagem da bolinha.

A chave 1 é mantida fixa, enquanto a chave 2 é móvel, desta forma pode-se variar a altura de queda da bolinha determinando-se os vários pares de altura/tempo necessários para a montagem de um gráfico de altura vs quadrado do tempo usado na determinação da aceleração da gravidade, através do movimento de queda livre:

$$h = \frac{gt^2}{2}$$

Problemas encontrados e viabilidade do experimento:

O primeiro problema encontrado neste trabalho foi a determinação precisa do produto RC . Isto porque os valores nominais de capacitores e resistências marcados no corpo dos mesmos não são muito confiáveis, podendo gerar erros de até 10%, o que levava ao dobro deste erro na determinação da aceleração da gravidade, já que este valor depende do quadrado do tempo de queda. A medida de RC pode ser feita de uma forma simples, usando a mesma montagem do circuito, trocando apenas a bateria por uma fonte de tensão alternada $V_0 \cdot w$, (por exemplo, um transformador de 12V ligado à própria tensão da rede, onde $w=2\pi 60$ Hz). Com o voltímetro mede-se a tensão V_c no capacitor e pode-se determinar o valor experimental de RC pela expressão:

$$RC = \frac{1}{w} \sqrt{\left(\frac{V_0}{V_c}\right)^2 - 1}$$

Outro problema encontrado foi na construção das chaves. A primeira chave deve ser aberta no mesmo instante que a bolinha inicia seu movimento, para se garantir que a bolinha tenha velocidade inicial nula. O fato de a velocidade inicial ser diferente de zero acrescentaria uma nova variável na análise do movimento. Este problema foi contornado usando o próprio prendedor como sendo a chave 1. Já a segunda chave, deve ter um bom contato elétrico sem se impor como resistência ao movimento da bolinha. Para isto foi usado um feixe de fios bem finos (malha central de fios flexíveis) que ficam apenas encostados na ponta do terminal do fio que vem do circuito.

Por último, é preciso lembrar que o voltímetro usado não é ideal e sua resistência interna pode não ser grande o suficiente para ser desprezada. Neste caso é preciso fazer uma correção (bastante simples) nos valores das tensões medidas. Aconselha-se o uso de um voltímetro digital, que é o que apresenta a maior resistência interna.

As medidas feitas com este aparato são bastante reprodutivas e é possível determinar a aceleração da gravidade com um erro final da ordem de 5 a 10%, que é aceitável para um experimento com esta

simplicidade. Vale lembrar que o objetivo deste trabalho não é a obtenção de uma maneira mais precisa de se medir a aceleração da gravidade, mas sim de se obter um experimento acessível aos alunos do curso médio. E ainda, dependendo do conhecimento prévio dos alunos, o professor pode explorar ou ignorar o circuito elétrico usado como marcador de tempo.

PAINEL 12.6 - CRONÔMETRO DE BAIXO CUSTO PARA SER UTILIZADO NOS LABORATÓRIOS DE FÍSICA

Arídio Schiappacassa de Paiva¹ e Julio Cesar Vaz da Silva²

¹Professor do Curso Técnico de Eletrônica do CEFET/RJ - Ed. Rua Pinto Teles,636 – casa 1 – Praça Seca – Jacarepaguá – Rio de Janeiro Tel: (021) 3909202; ²Professor-Instrutor nos Cursos de Eletromagnetismo, Mecânica, Óptica e Física Térmica pela parceria CECIERJ e o CEFET/RJ – Coordenação de Física do DEPEM - Ed. Rua Teotônio Regadas, 34 apt. 202 – Lapa – Rio de Janeiro – CEP20021/360 – Tel. (021)5074531

INTRODUÇÃO

No final de 1995, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior (CAPES) formalizaram um Convênio que deu início a um Programa Para a Melhoria do Ensino de Ciências e Matemática no Segundo Grau, ficando conhecido como Projeto CAPES-FAPERJ/Pró-Ciências Física.

Em junho e agosto de 1997, o Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) e o Centro de Ciências (CECIERJ) da SECT/RJ, firmaram Parceria para participarem do Programa Pró-Ciências Física, para o treinamento de professores de Física do ensino médio de várias cidades do estado do Rio de Janeiro.

O PROJETO

Utilizando metodologia baseada na proposta do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF/USP), desenvolvemos as nossas atividades didático-pedagógicas, incluindo, também, a construção de kits, que nos levou ao aperfeiçoamento de um cronômetro eletrônico de baixo custo e que poderia ser reproduzido, pelos professores cursistas, para as aplicações experimentais em mecânica.

Para tal, contamos com a participação do professor Arídio Schiappacassa de Paiva, do Curso de Eletrônica do CEFET/RJ, que, aperfeiçoando uma versão própria anterior, desenvolveu um cronômetro com sensores infravermelhos, chamando-o de **Versão II**.

EXECUÇÃO DO PROJETO

I – Detalhamento para a construção do cronômetro

Observação Geral: Embora as instruções sejam suficientemente detalhadas, presumimos que a montagem seja acompanhada por um técnico em eletrônica.

I.1 – Objetivos:

- Objetivo geral: Montagem de cronômetro automático com sensores de passagem de objetos opacos.
- Montagem de sensores por obstrução de luz Infra-Vermelha (Foto-Transistor e Diodo Emissor de Luz).
- Adaptação de Relógio Digital comercial para fins de uso em Laboratório de Física.

I.2 – Teoria do funcionamento;

Relógios Digitais, que podem ser obtidos no comércio a baixo custo, possuem em alguns modelos a possibilidade de cronometrar tempos de até centésimos de segundo.

Quando pressionada determinada combinação de teclas do painel do relógio, ele entra no modo cronômetro, indo em alguns modelos, até 0,01 s de resolução.

Tais relógios operam com tensão elétrica de apenas 1,5V fornecido por uma pilha comum.

Na presente adaptação, a tensão de alimentação foi obtida a partir de “CONVERSOR DE 12V”, também conhecido como “ELIMINADOR DE PILHAS”. A redução da tensão de trabalho para 1,5V foi obtida pela queda de tensão em um resistor de 1 kohm com um LED vermelho atuando como “regulador” de tensão, conforme mostrado no esquema elétrico do detetor.

Como o comando Start / Stop (Partida / Parada) do cronômetro é feito por apenas um botão do painel do relógio, é nele que é aplicado o pulso gerado pelo circuito detetor, vindo de qualquer um dos sensores. O que significa dizer que não importa qual dos sensores é usado como Start ou como Stop do cronômetro, pois os dois enviam seus pulsos para o mesmo ponto do circuito do relógio.

O Circuito Integrado 40106 que recebe o sinal dos Foto-Transistores e envia para o relógio, tem a função Disparador Schmitt para tornar mais abrupta a sensibilidade ao corte da luz emitida pelos LEDs, definindo, com maior precisão, o ponto de obstrução.

O Circuito Integrado 40106 está funcionando no circuito com uma tensão de alimentação de 12V obtida do “Eliminador de Pilhas” e, por isso, também é necessário reduzir a tensão de seus pulsos de saída antes de serem aplicados aos contatos do botão de comando do relógio.

Isso é feito com os LEDS **Vermelho** e **Verde**, cada um em conjunto com um resistor de 1 kohm, servindo também como indicadores de alinhamento dos sensores e emissores.

Os LEDS e os Foto-Transistores, de um modo geral, têm um ângulo de emissão e de captação de 60°, obtidos por suas lentes de acrílico, o que dá uma alta direcionalidade ao feixe de luz.

Por isso os LEDS **Vermelho** e **Verde** servem para orientar o alinhamento dos sensores e emissores durante a montagem da experiência.

O “ELIMINADOR DE PILHAS” pode ser adquirido facilmente no comércio, tanto de componentes eletrônicos como de eletrodomésticos.

O modelo adquirido deve ser de 12V de tensão de saída (existem modelos com chave seletora para várias tensões) e 110V ou 220V de entrada conforme a rede elétrica da região (pode ser na faixa de 110V a 127V ou na faixa de 220V a 240V sendo que também existem modelos com chave seletora de tensão de entrada).

A capacidade de fornecer corrente dos “Eliminadores de Pilhas”, encontrados no comércio, geralmente é de **500 mA** ou **1000 mA** (1A), porém como o consumo do aparelho é extremamente baixo, podem ser usados “Eliminadores” de **100 mA em diante** (caso encontre para adquirir ou já disponha de algum).

Deve ser dada especial atenção à polaridade do “plug” do “Eliminador”, para não danificar o Circuito Integrado e o relógio.

Os “Eliminadores de Pilhas” são fabricados tanto com o terminal negativo no centro como com o positivo no centro do “plug”.

CUIDADO PARA LIGAR COM A POLARIDADE CORRETA.

1.3 – Material e ferramentas utilizadas;

- Relógio Digital, imitação de “TELETRIM”, com cronômetro de centésimos de segundo.
- “Eliminador de pilhas” – Saída 12V 100 mA mínimo – Entrada 110 ou 220V, conforme a rede elétrica local.
- Tomada de alimentação de acordo com o “Eliminador de Pilhas” – veja diagramas.
- Placa de circuito impresso padrão para circuito integrado 5 x 5 cm.
- Fio flexível paralelo nº 22 “polarizado” (vermelho e preto) 6m.
- 5 Resistores de 1 kohm 1/8 Watt.
- 2 Resistores de 3M3 ohm 1/8 Watt.
- Circuito Integrado tipo CMOS 40106.
- 2 LEDS (5 mm) e Foto-Transistores Infra-Vermelho.
- 2 LEDS Vermelho (5 mm).
- 1 LED Verde (5 mm).
- 2 Diodos 1N4148 ou 1N914.
- 4 Tubos de Alumínio com 5cm de comprimento (restos de antenas velhas de TV).
- Caixa plástica para proteger o circuito eletrônico 6 X 8 X 3 cm aproximadamente.
- Pistola de Cola de silicone.
- Brocas e Furadeira.
- Alicates de Bico e de Corte, Chaves de Fenda.
- Serra para metal.
- Ferro de soldar e Solda (Estanho/Chumbo 60/40 %).
- Sugador de Solda.

1.4 – Preparação do material;

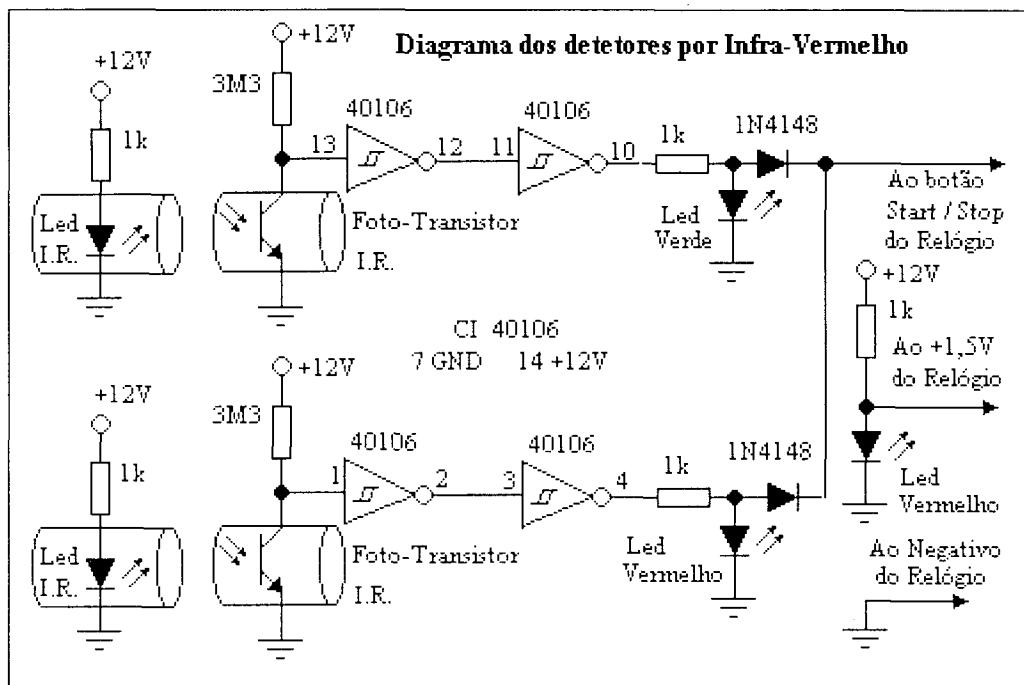
- Fazer a furação da caixa.
- Cortar dois pedaços de 1,5 m e dois de 1 m de fio polarizado. Decapar e estanhar as pontas com cerca de 5 mm.
- Soldar os fios dos contatos do relógio (botão Start/Stop, +1,5V e Negativo da pilha).
- Fixar os LEDS na tampa da caixa.
- Fixar a tomada de 12V na caixa.
- Colar o relógio na tampa da caixa plástica.

1.5 – Montagem:

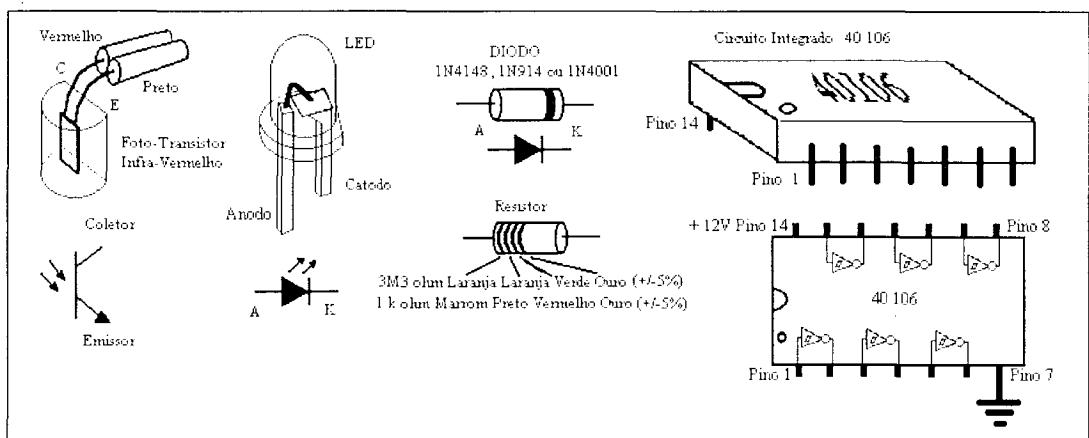
- Montar o circuito na placa de circuito impresso.
- Obs.: Não demore na soldagem para não aquecer demais e estragar o Circuito Integrado.
- Soldar os fios da placa de circuito impresso (LEDS vermelhos, verde, infra-vermelhos, foto-transistores e tomada de +12V da caixa).
 - Soldar os LEDS e os Foto-Transistores nos seus fios e montar dentro dos tubos de alumínio.

Obs.: Os LEDS e Foto-Transistores também são muito sensíveis ao calor excessivo.

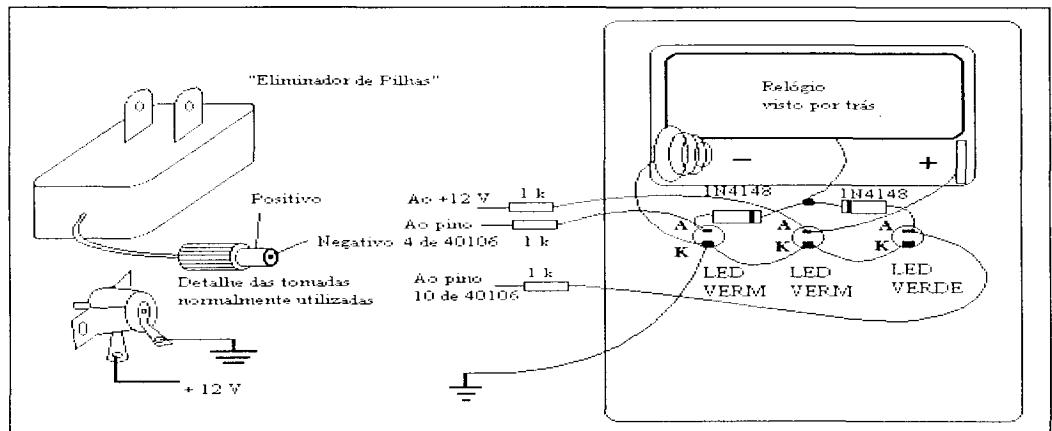
1.6 – Diagramas;



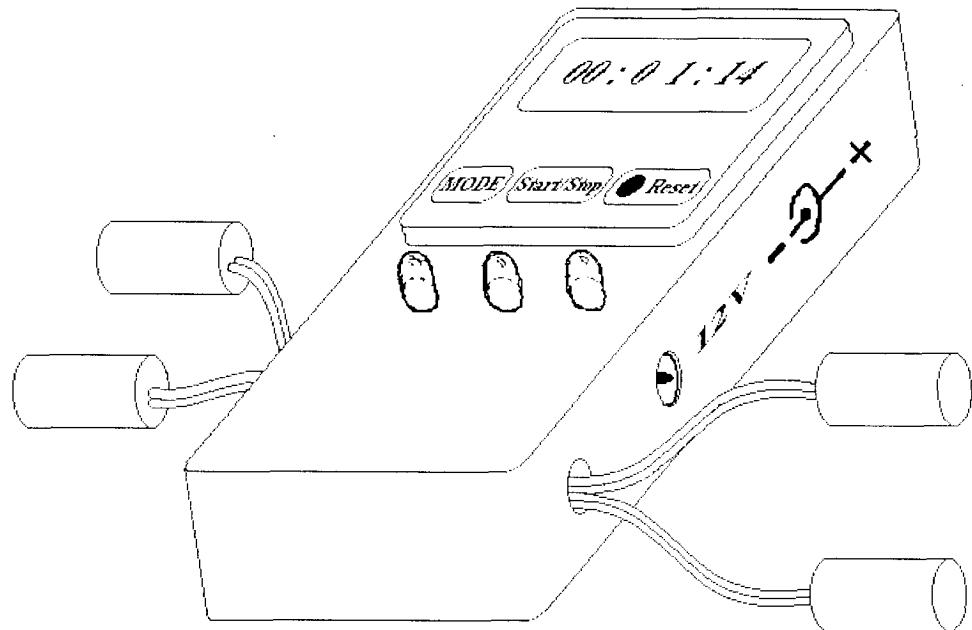
1.7 - Principais componentes usados na montagem:



Detalhes da montagem do painel e da tomada de energia.



1.8 - Aparência externa depois de montado.



2 – Apresentação de várias práticas de laboratório usando o cronômetro

2.1 - Através da calha de Galileu: Utilizando um perfil de alumínio, construímos uma calha por onde pudemos colocar para rolar uma esfera de massa conhecida. Os sensores do cronômetro foram fixados de tal modo (dois a dois) que as leituras de start e stop foram possíveis. Daí, com o sistema em funcionamento e de posse dos valores da massa da esfera, intervalo de tempo anotado, e tendo medido a distância percorrida pela esfera, várias conclusões da dinâmica foram tiradas, por exemplo: - substituição em equações, - tabelas, - gráficos, etc.

2.2 - Na queda de um corpo:

Com um simples fio de nylon de pesca fixo a uma barra de alumínio distendido em uma das suas extremidades, teremos construído um fio de prumo. Utilizando um flutuador de isopor colorido (de pesca) aberto nas extremidades, introduzindo-o no fio de nylon de tal modo que circule livremente, estaremos com o sistema pronto. O cuidado é com o alinhamento dos sensores do cronômetro. Assim, poderemos, também, tirar várias conclusões sobre a queda dos corpos.

2.3 - Determinação do período de um pêndulo:

Na prática 2.2, construímos um pêndulo. O cuidado continua sendo com o alinhamento dos sensores do cronômetro. Como nas experiências anteriores, tiramos várias conclusões: o período do pêndulo e a sua frequência, etc.

3 – Explicações necessárias para uma melhor utilização do cronômetro

A atenção principal que se deve ter na utilização do cronômetro, após a ligação devida na rede elétrica de 110V, é o alinhamento dos sensores. Deve-se ficar atento às fontes de luz presentes no ambiente (infravermelho) para que não fiquem direcionadas aos sensores, fazendo com que as suas células sofram interferências indevidas e, assim, produzam registros indevidos.

PAINEL 12.7 - AS MOEDAS E A FÍSICA

Ilden de Castro Moreira¹ e Mariana Thomé de Souza

Instituto de Física - UFRJ

¹E-mail: ildeu@if.ufrj.br

A realização de experimentos simples que utilizam materiais baratos e que permitem discutir qualitativamente (e, em alguns casos, quantitativamente) conceitos e leis físicas importantes é um objetivo às vezes perseguido em atividades de ensino-aprendizagem. Tivemos como propósito, neste trabalho, utilizar um material cujo custo se resume literalmente a poucos centavos: moedas de 1, 5, 10, 25 e 50 centavos. Com elas, propusemos a realização de vários experimentos simples que permitem analisar, por exemplo, colisões e as leis de conservação, ou as razões as formas de lançar uma moeda ao ar e obter cara ou coroa com probabilidade de 50% ou de 100%, dependendo das condições de lançamento. Além disso, outras questões de mecânica são analisadas, como o equilíbrio de pilhas de moedas, o lançamento de projéteis, o efeito diferente

do atrito quando a moeda desliza sobre a mesa ou rola sobre ela ou as propriedades inerciais da matéria. Problemas mais interessantes podem ser também abordados, como uma imitação do pêndulo de Newton com moedas ou o complicado movimento de bamboleio de uma moeda lançada sobre uma mesa. Movendo-nos para outras áreas da física, podemos discutir, com o uso das moedas, efeitos de ótica geométrica, perceber o papel da tensão superficial da água ou discutir a dilatação térmica. Outras desafios e questões interessante com moedas, que estimulam o raciocínio ou o entendimento das permutações, são também propostas como divertimento instrutivo. Não discutiremos problemas relativos à estabilidade da moeda, um tema que, embora importante para todos nós, escapa a nosso conhecimento e, pelo visto, ao de muitos e renomados economistas. Com essa série de pequenas atividades, esperamos que o leitor possa se divertir com elas na sala de aula, no laboratório ou até em mesas de bar - quem sabe apostando e ganhando desafios - e aprendendo um pouco de física. Ficamos também na expectativa de que nos envie relatos de outros experimentos similares (se puder envie também moedas!) dos quais tenha conhecimento ou que tenha inventado e que contribuam para um aprimoramento de nosso aprendizado sobre as leis da física e o comportamento das moedas.

Síntese dos experimentos com moedas que serão discutidos

I. Mecânica

1. Colisões e conservação do momento linear e energia.

- i - Colisão frontal com 2 moedas idênticas;
- ii - Colisão frontal com moedas de diferentes massas;
- iii - Colisão frontal com várias moedas idênticas em linha (imitação do pêndulo de Newton);
- iv - Colisão lateral de duas moedas idênticas;
- v - Colisão lateral com moedas de massas diferentes.

2. Inércia

Fazer uma pilha de moedas idênticas. Lançar uma outra moeda igual em choque frontal contra a moeda inferior da pilha.

3. Equilibrando moedas

Construir uma pilha de moedas idênticas a maior possível e discutir o que a faz cair.

4. Moedas e lançamento de projétil

Colocar uma moeda na borda da mesa e lançá-la para longe com o impacto de uma régua. Se uma moeda for colocada sobre a régua, pode ser examinado o tempo de queda das duas moedas (independência dos movimentos vertical e horizontal).

5. Lançando moedas sobre a mesa.

Lançar uma moeda sobre a mesa, com um movimento inicial de rotação, e examinar o movimento de bamboleio que ela adquire até parar.

II. Termodinâmica

1. Dilatação térmica

Uma moeda, que passava entre dois pregos fixados em uma madeira, não o faz mais depois de submetida a aquecimento.

III. Probabilidade e mecânica:

1. Cara ou coroa?

- i - Lançamento de moeda com momento angular na mesma direção da velocidade;
- ii - Lançamento de moeda com momento angular perpendicular à direção da velocidade;

2. Distribuição estatística:

- i - Lançar moedas a uma certa distância, tentando acertar um alvo colocado no chão. Analisar a distribuição estatística resultante.
- ii - Medir com uma boa balança a massa de várias moedas idênticas e analisar os resultados.

III. Ótica:

1. A moeda e o copo d'água

Discutir a lei da refração através do exame de uma moeda colocada dentro de um copo com água.

IV. Tensão superficial:

1. Quantas moedas cabem em uma taça cheia de água?

Fazer a brincadeira de colocar o máximo de moedas dentro de uma taça cheia de água e discutir a tensão superficial.

V. Desafios:

1. Desafios divertidos

- i - Invertendo triângulos de moedas
- ii - Ordenando moedas
- iii - Empilhando moedas
- iv - Movendo moedas
- v - Questões curiosas adicionais.

PAINEL 12.8 – EXPERIMENTOS DE FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO COM MATERIAIS DO DIA-A-DIA

W.G. Quirino¹ e F.C. Lavarda²

Departamento de Física – Faculdade de Ciências – Campus de Bauru
¹welber@anu.ldefc.bauru.unesp.br e ²lavarda@bauru.unesp.br

Métodos alternativos estão conseguindo bons resultados no sentido de instigarem a participação dos alunos e aumentarem o interesse pela aula de Física. Estes métodos em geral são dinâmicos e permitem a participação dos alunos interativamente, enfim, o aluno participa e se interessa. Já os métodos convencionais, o único que efetivamente participa da aula é o professor.

Especialmente a Física perdeu muito com os métodos convencionais. Tradicionalmente ela já era considerado um disciplina difícil de ser ensinada e aprendida. O reflexo do abandono e do desinteresse dos alunos, levaram à diminuição de sua carga horária. E se este quadro continuar, poderá levar as aulas de Física a um número insignificativo.

Hoje a sociedade moderna, com toda a tecnologia que dispõe não aceita mais um método de ensino puramente expositiva. Isso reflete a falta de interesse dos alunos em aulas convencionais. Além disso, boa parte dos alunos do ensino médio, não são mais estudantes em tempo integral, o que exige ainda mais do professor em termos de criar aulas interessantes.

Por outro lado o professor em geral não recebe um treinamento, que lhe permita aprender técnicas mais dinâmicas para um ensino mais interativo. E os experimentos de Física, podem dar mais interesse e motivação aos alunos.

Nosso trabalho tem como objetivo proporcionar experimentos simples de Física, preferencialmente sem custos para o professor e/ou aluno, que possam ser montados por professores e alunos e que sejam conceitualmente significativos. Para isto, a seleção dos materiais utilizados para a execução dos experimentos deve ser a principal meta, pois verifica-se na prática que uma das principais barreiras para o uso de experimentos em sala de aula é justamente o tempo investido pelo professor para selecionar o material e montar o experimento. Assim, o uso de materiais e montagens simples, tornam o experimento algo fácil de ser executado.

Pretendemos com isso atacar o problema que consideramos ser o maior entrave para o professor utilizar experimentos em sala de aula, pois não é novidade para nenhum professor que a utilização dos experimentos é algo desejável e que transforma uma aula. Porém a realidade de excesso de trabalho e as precárias condições do ensino no Brasil são dificuldades que, somadas, desestimulam o professor a se utilizar deste método. Se os experimentos forem tão simples e baratos que até mesmo os alunos podem montá-los, sem prejuízo de nenhuma espécie, cremos que estamos viabilizando esta possibilidade.

O objetivo final do trabalho a médio e longo prazo é a edição de um livro, contendo um boa coleção de experimentos. Envidaremos esforços para que este livro seja subsidiado por algum órgão oficial de modo que esteja amplamente disponível aos professores, principalmente da rede pública. Com isso é necessário darmos uma grande atenção ao material de apoio para a seção “tabela de materiais”. Não se pode pretender que hoje em dia o professor dispense grande parte do seu tempo e nem dinheiro, procurando por materiais que eventualmente possam ser aproveitados num determinado experimento que julgue ser interessante apresentar em sala de aula. Tudo deve ser simplificado: a coleta de materiais, a montagem e o transporte dos experimentos. De fato procuramos algo que seja prático para o professor.

Para a seleção dos materiais temos dois critérios principais:

- (i) O custo deve ser mínimo. É fato conhecido que a escola pública não tem recursos para a compra dos materiais necessários. Por isso a preferência por utilização de “Sucatas”, como por exemplo, embalagens.
- (ii) Quando a compra for necessária, é desejável a disponibilidade dos produtos na maioria dos mercados locais do país. Ou seja, temos que pensar que não só o professor de um grande centro urbano, mas também aquele de uma cidade pequena do interior, possam encontrar os materiais necessários. De outra forma, nosso trabalho não atingiria seu objetivo de ampla utilização.

Após a primeira etapa de execução deste projeto, com a experiência adquirida em sala de aula, juntamos mais alguns critérios para nortear o trabalho:

- (a) As dimensões do experimentos devem ser tais que todos os alunos de uma sala de aula normal possam ter uma boa visibilidade. Pois se os experimentos tiverem pouca visibilidade, a utilização do experimentos somente pelo professor não será suficiente para que todos os alunos percebam os detalhes do mesmo. Neste

caso restaria ao professor providenciar mais material (por ele ou pelos alunos) de modo que a turma pudesse trabalhar em grupos. Não que o trabalho em grupo seja indesejável, mas achamos importante que pelo menos uma execução seja feita sob a supervisão do professor para que ele possa explorar os conceitos envolvidos.

(b) Que a reprodução possa ser feita por qualquer pessoa, sem que esta tenha alguma habilidade em especial. Acreditamos que apenas o barateamento de experimentos típicos de laboratórios universitários não tenha tido sucesso entre os professores do ensino médio, justamente pelo fato de serem complexos. A complexidade reside na obtenção de materiais, na montagem e no próprio transporte.

(c) Que não se necessite de laboratório ou sala ambiente, evitando o deslocamento da turma dentro da escola, ou coibindo o uso de experimentos por falta de local adequado.

(d) Que seja de fácil transporte, para que o professor e/ou aluno possa carregá-lo sem grandes esforços. Temos que convir que se o experimento for grande, pesado ou muito delicado, isso acaba não sendo utilizado pelo professor.

Vamos neste Simpósio mostrar quatro experimentos de tal modo que a comunidade possa emitir a sua opinião e nos ajudar neste trabalho. Junto com os experimentos, mostraremos o texto de apoio, explicando a idéia do experimento, quais são os materiais e como montar. Escolhemos 4 experimentos que ilustram a Lei da Conservação da Quantidade de Movimento Linear (QML). Este conceito sempre foi algo de difícil assimilação pelos alunos do Ensino Médio, e com as ilustrações experimentais propostas, temos visto que é possível de reverter este quadro.¹

Separamos os experimentos de acordo com a QML inicial do sistema considerado: 2 com QML inicial nula e outros 2 com QML inicial não-nula.

1. BOLINHAS DE VIDRO: Este experimento consiste na colisão frontal de duas bolinhas de mesma massa, que estão suspensas por barbantes a fim de se restringir o movimento e eliminar o atrito com qualquer superfície. Uma bolinha permanece em repouso, enquanto a outra é colocada em movimento, até que certo tempo depois elas colidem frontalmente. Com uma mínima qualidade de montagem, observa-se que a bolinha que tinha movimento cede todo ele para a segunda bolinha, que estava em repouso. O movimento de vaivém faz com que o movimento periodicamente passe da bolinha que possui movimento para aquela que está parada.

2. CARRINHO BATE-BATE: Se trata de dois carrinhos que colidem frontalmente ao longo de uma mesa. Um carrinho é solto de cima de uma rampa construída a partir de réguas escolares, enquanto o outro carrinho está parado sobre a mesa, a alguma distância do final da rampa, onde se dará a colisão.

3. CANHÃO DE BORRACHINHA: Vários lápis estão sobre uma mesa um do lado do outro formando um trilho e uma base (placa) é colocada sobre ele. Nesta base está acoplada um elástico, numa disposição semelhante a uma atiradeira (estilingue) e esta lançará para frente um objeto que possui uma certa massa. Como inicialmente o sistema (lápis, base e objeto a ser lançado) está parado, a quantidade de movimento linear inicial é nula. Ao se acionar a "atiradeira", ela lançará para frente o objeto com certa velocidade e o restante do sistema (base e sistema de elástico) recuarão, semelhante ao recuo de um canhão.

4. CANHÃO DE SAL DE FRUTAS: Semelhantemente ao anterior o resultado será o recuo de parte de um sistema, quando uma das partes que o constituía é lançada. Este lançamento não se dará mais devido a uma força mecânica (elástica) e sim a uma reação química. Esta reação é a efervescência de sal de frutas se dá no interior de um recipiente fechado e esta efervescência provoca um aumento na pressão interna deste recipiente, fazendo com que a tampa que vedava a boca do recipiente não suportará mais a pressão interna devido à formação de gases e então explodirá, a tampa para uma direção e o restante do sistema recuará no sentido contrário.

PAINEL 12.10 - ESTUDO DE COLISÕES UTILIZANDO UM BANCO DE PESQUISA EM MECÂNICA AVANÇADA

Cristiane R. C. Tavolaro e Marisa Almeida Cavalcante

GOPEF - Grupo de Pesquisa em Ensino de Física da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUCSP

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUCSP

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - CCET

Rua Marques de Paranaguá, 111 - Consolação - cep: 01303-050 - São Paulo - SP - Brasil
cris@exatas.pucsp.br; marisac@exatas.pucsp.br ; HP: <http://mesonpi.eat.cbpf.br/verao98/marisa>

Neste trabalho descrevemos o estudo do Princípio da Conservação do Momento Linear utilizando um Banco de Pesquisa em Mecânica Avançada (MAv). O equipamento permite que estudemos a colisão entre duas esferas de massas conhecidas sobre um trilho flexível, onde sensores óticos acoplados a medidores digitais de tempo, ambos da Pasco Scientific, são utilizados para medir a velocidade das esferas antes e depois da colisão. São também apresentados alguns resultados experimentais para ilustrar a utilização do equipamento, donde podemos concluir que os sensores óticos, por fornecerem medidas mais rápidas e

¹ O uso destes 4 experimentos mostrados faz parte e ganha muita significação dentro da abordagem adotada pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física do IFUSP.

eficientes de velocidade, permitem ao professor analisar mais detalhadamente todos os conceitos envolvidos no fenômeno.

1-Introdução

Sensores óticos são comumente utilizados em portas de Shopping Centers, em leitura de códigos de barra, sistemas de segurança, enfim , já fazem parte do nosso cotidiano. No entanto, a utilização dos mesmos como recurso didático , como por exemplo para a aquisição de dados numa experiência visando uma análise quantitativa e qualitativa de um fenômeno físico, é pouco conhecida. Por outro lado, a utilização de novas tecnologias no processo ensino-aprendizagem tem sido alvo de discussões nos últimos anos de toda a comunidade educacional.

Pensando nisso, o Grupo de Pesquisa em Ensino de Física da PUC/SP (GOPEF), tem desenvolvido de forma sistemática metodologias para a utilização de sensores óticos no estudo de fenômenos físicos, com o objetivo de atingir um maior grau de precisão de medidas e aprofundamento dos conceitos envolvidos; conceitos estes que em geral ficam "mascarados" por processos de medida mais rudimentares ou que são analisados apenas qualitativamente.

Neste trabalho apresentamos um exemplo da utilização de sensores óticos no estudo do Princípio da Conservação do Momento Linear, numa colisão entre duas esferas. A escolha do assunto se deu justamente em função da dificuldade que se tem na determinação das velocidades das esferas logo antes e depois da colisão, através dos equipamentos normalmente existentes nos laboratórios de física, como cronômetros e trilhos com escala graduada e que de modo algum devem ser abandonados frente à utilização de equipamentos mais sofisticados como os sensores óticos; pelo contrário, a comparação entre os resultados obtidos com um e outro é que permitirão ao professor aprofundar as discussões sobre os conceitos envolvidos.

2-Descrição do Equipamento

Os dispositivos que utilizamos no desenvolvimento deste trabalho fazem parte do Banco de Pesquisa em Mecânica Avançada (MAv), que inclui equipamentos da **Laborecienza-Tecnologia Educacional** (esferas de madeira, canaleta feita de plástico flexível e paquímetro) e os sensores óticos acoplados a sistemas digitais de medida de tempo, ambos da **Pasco Scientific**.

2.1- Descrição do sistema digital de medida de tempo

Trabalhamos com o medidor digital de tempo modelo ME-9215 A acoplado ao sensor ótico (photogate) modelo ME 9204 A. Esse sistema consiste basicamente de um detetor disposto diante de um feixe infravermelho que ao ser interceptado por um objeto produz um sinal eletrônico que é enviado ao medidor digital de tempo. Este último mede o intervalo de tempo durante o qual o objeto mantém o sensor "bloqueado".

Se tomarmos o caso particular de determinação de velocidade de esferas, devemos inicialmente medir o comprimento útil L da esfera pois, dependendo da altura do sensor em relação ao centro da esfera, este comprimento pode ser inferior ao seu diâmetro. Essa medida é feita com um paquímetro adaptado ao trilho de modo que possa medir as posições em que a esfera inicia e termina o bloqueio do sensor. Tendo-se o valor de L e o respectivo tempo de bloquio do sensor, a velocidade da esfera é determinada pela relação $v = L / t$.

3- Quantidade de Movimento e sua Conservação

(Procedimento Experimental e Resultados)

Denominamos o produto massa x velocidade de Quantidade de Movimento Linear (ou momento linear) de um corpo, isto é $Q = m v$ (kg . m/s no SI).

Vamos agora observar experimentalmente uma colisão e analisar suas consequências. Podemos provocar a colisão entre duas esferas de massas conhecidas sobre uma canaleta flexível (que tem entre outras, a função de manter o movimento das esferas numa única direção) sobre um plano horizontal. Mantendo uma esfera em repouso no meio da canaleta, vamos lançar a outra esfera sobre a primeira, procurando fazer com que deslize. Observaremos então uma colisão provocando a mudança na Quantidade de Movimento das duas esferas. Podemos através dos sensores (photogates), medir as velocidades das esferas antes e depois da colisão para verificarmos como se deu a mudança no produto $m \cdot v$ de cada uma.

Dados obtidos

Bola 1

$$m_1 = 104 \text{ g}$$

$$L_1 = 4,8 \text{ cm}$$

Antes da Colisão

$$t_1 = 0 \text{ (repouso)}$$

$$v_1 = 0$$

Bola 2

$$m_2 = 53 \text{ g}$$

$$L_2 = 3,7 \text{ cm}$$

$$t_2 = 0,22 \text{ seg}$$

$$v_2 = L_2 / t_2 = 16,8 \text{ cm/s}$$

$$Q_1 = 0$$

$$Q_2 = 890,4 \text{ g cm/s}$$

Obs: Como a esfera em repouso tem massa quase duas vezes maior que a outra, esta última altera o sentido de seu movimento de modo que o sensor mede dois intervalos de tempo, correspondentes à ida e volta.

Depois da colisão

$$t_1' = 0,40 \text{ seg}$$

$$t_2' = 0,48 \text{ seg}$$

$$v_1' = 12 \text{ cm/s}$$

$$v_2' = 7,7 \text{ cm/s}$$

$$Q_1' = 1248 \text{ g cm/s}$$

$$Q_2' = 408 \text{ g cm/s}$$

Realmente observamos que o Impulso durante a colisão provocou a mudança da Quantidade de Movimento das duas esferas. Vamos então analisar essa colisão de uma outra forma: ao invés de comparar as Quantidades de Movimento de cada esfera, vamos comparar as Quantidades de Movimento Total do Sistema de esferas, antes e depois da colisão, donde espera-se que essas quantidades sejam iguais. A Quantidade de Movimento Total é obtida pela soma vetorial das Quantidades de Movimento das esferas do Sistema, isto é:

Antes da colisão

$$Q = Q_1 + Q_2 = 891,3 \text{ g cm/s}$$

Depois da colisão

$$Q' = Q_1' - Q_2' = 840,0 \text{ g cm/s}$$

Vemos que as Quantidades de Movimento Total antes e depois da colisão são muito próximas, com uma diferença de cerca de 5 por cento.

4- Análise e Conclusão

Para verificar quais os fatores que levam à essa diferença é preciso repetir o processo, estudando por exemplo qual a influência da velocidade de lançamento da segunda esfera sobre a esfera em repouso, pois estamos considerando todas as velocidades como instantâneas (tempo de bloqueio dos sensores o menor possível); a influência da posição dos sensores relativo ao local da colisão, as massas das esferas, a inclinação da canaleta, enfim, numa única aula o professor terá tempo disponível para incentivar os seus alunos a discutirem vários conceitos atrelados à experiência, pois os sensores, além de fornecerem medidas de velocidade mais próximas do real, são rápidos e de simples utilização.

5- Referências Bibliográficas

1. PASCO SCIENTIFIC - Introduction Manual and Experiment guide. 1988, USA
2. CARVALHO NETO, Cassiano Z. e Freire da Siva, Jerônimo. (1997) "Novas Tecnologias Educacionais e a Formação do Professor de Física" XII SNEF - Livro de Resumos pp 96.
3. CAVALCANTE, M.A. , Tavolaro, C.R.C., "Estudo do Lançamento Horizontal Utilizando o Computador para a Aquisição de Dados" - Revista Catarinense de Ensino de Física - vol. 14 número 3.
4. CAVALCANTE, M.A. , Tavolaro, C.R.C., "Banco de Pesquisa Física Avançada, uma nova proposta para o ensino de Mecânica Básica"- Taller de Ensenanza de la Física Universitaria - Cuba - 1997- Livro de Resumos pp 84.
5. CAVALCANTE, M.A. , Tavolaro, C.R.C., "Experimentação Assistida por Computador (EAC): Uma Nova Proposta para o Ensino de Física" XII SNEF - Belo Horizonte- 1997 - Livro de Resumos pp 147 e 1 CCEFA (Encontro de Ensino de Ciências, Física e Astronomia.

PAINEL 12.14 - TERMOLOGIA E TERMODINÂMICA EXPERIMENTAL PARA PROFESSORES

Rosana Nunes dos Santos, Elias da Silva e Patricia Tokunaga Nakamura

GOPEF - Grupo de Pesquisa em Ensino de Física da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUCSP

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUCSP

Centro de Ciências Exatas e Tecnologia - CCET

Rua Marques de Paranaguá, 111 - Consolação - cep: 01303-050 - São Paulo - SP - Brasil

rosana@tag.usp.br ; toko@sti.com.br ; HP: <http://mesonpi.cat.cbpf.br/verato98/marisa>

Este trabalho visa obter um maior entrosamento entre os experimentos realizados em sala de aula e a teoria que se deseja alcançar. A ideia principal é mostrar que utilizando-se equipamentos de baixo custo e fácil acesso, podem ser desenvolvidas experiências básicas, porém importantes, trabalhando-se em Termologia e Termodinâmica.

Neste estudo estaremos realizando diversos ensaios experimentais relacionados a construção de termômetros, termômetro de gás a volume constante, dilatação linear e volumétrica de sólidos, calor latente de fusão do gelo, calor sensível e máquinas térmicas. A partir destes experimentos pode-se relacionar os fenômenos ocorridos em condições normais com as definições e leis físicas.

As informações obtidas podem ser trabalhadas e analisadas de formas distintas, uma delas utilizando-se cálculos matemáticos, confecção de seus respectivos gráficos e comparação com os valores que se deseja obter; a outra forma conta com a ajuda de interfaces de acoplamento em microcomputadores que fornecem

as informações de maneira mais rápida e muitas vezes mais abrangente. Isto mostra que a mistura desses dois tipos de análise de resultados colabora para um maior aprendizado e entendimento, e desperta a curiosidade do aluno em buscar e analisar novas situações.

Portanto, existe a preocupação em envolver o professor de modo que ele perceba que muitas experiências podem ser executadas em salas de aula para o ensino fundamental e médio, em diferentes níveis, tornando a aula mais atrativa e dinâmica ao aluno e mais gratificante ao professor.

METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

Este trabalho tem como objetivo básico ampliar as bases sobre as quais podemos construir a representação da realidade que nos cerca, permitindo que o conhecimento científico na área de Termologia e Termodinâmica possa ser legitimado, utilizando-se recursos e metodologias bastante atuais.

Para isto, a construção de conceitos é realizada através de um processo vivencial, onde os participantes terão a oportunidade de desenvolver experimentos que utilizam desde, equipamentos de baixo custo e fácil acesso, até interfaces para a aquisição de dados em tempo real, acoplada a um software altamente interativo, que permite a imediata análise estatística, gráfica, etc.. dos resultados obtidos.

Diversos ensaios experimentais, tais como a construção de termômetros, termômetros de gás à volume constante, dilatação linear e volumétrica de sólidos, calor latente de fusão do gelo, calor sensível e máquinas térmicas serão realizados e diferentes graus de desafios serão lançados. A partir destes experimentos pode-se relacionar e analisar os fenômenos observados em condições normais, e a consequente lei Física poderá ser construída após uma sequência de debates.

As informações obtidas podem ser trabalhadas e analisadas de formas distintas, uma delas utilizando-se cálculos matemáticos e confecção de seus respectivos gráficos e a outra com a ajuda de interfaces de acoplamento em microcomputadores que fornecem as informações de maneira mais rápida, com menor grau de interferência do observador e que possibilitam efetuar uma análise mais detalhada de alguns fenômenos físicos. Isto mostra de que maneira os avanços tecnológicos podem contribuir para uma melhor relação ensino - aprendizagem.

CONCLUSÃO E RESULTADOS

O trabalho com sistemas informatizados de medidas físicas é um desafio cada vez mais presente em nossa sala de aula e, sem dúvida alguma, será uma realidade neste terceiro milênio. Este procedimento mostra de que maneira podemos adaptá-los a nossa realidade de ensino, levando em conta alguns exemplos em Termologia e Termodinâmica.

Este trabalho foi apresentado como uma oficina no 1º EECFA (1º Encontro do Ensino de Ciências, Física e Astronomia), promovido pelo CCET-PUCSP, para aproximadamente 60 professores de todo o país. A mesma oficina foi apresentada no curso preparatório para professores visando o concurso para ingresso na carreira do magistério promovido pela APEOESP.

Ambos os eventos foram considerados de grande sucesso e com uma repercussão excelente, pois os participantes mostraram-se motivados e com muita satisfação de estarem fazendo parte daquelas atividades. Além disso, ficaram entusiasmados com a possibilidade de eriar e realizar em sala de aula os experimentos que foram trabalhados na oficina.

Tendo em vista que existe ainda uma forte resistência do corpo docente em absorver novas tecnologias de ensino, esta oficina permitiu um maior contato do professor com estes avanços tecnológicos, mostrando de que maneira a utilização de sistemas informatizados de aquisição de dados podem contribuir no processo ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvarez, B.A. & Luz, A.M.R. (1986) Curso de Física - vol. 2. Harbra - Harper & Row do Brasil - São Paulo – 2^a edição, 605p.
2. Eisberg, R.M. & Lerner, L.S. (1981) Física - Fundamentos e Aplicações - vol. 2. McGraw-Hill - São Paulo – 1^a edição, 422p.
3. Halliday, D.; Resnick, R.; Merrill, J. (1991) Fundamentos de Física - vol. 2. Livros Técnicos e Científicos Editora - Rio de Janeiro – 1^a edição, 280p.
4. McKelvey, J.P. & Grotch, H. (1979) Física - vol. 2. Harbra - Harper & Row do Brasil - São Paulo – 1^a edição, 375p.
5. Sears, F.; Zemansky, M.W.; Young, H.D. (1984) Física - vol.2. . Livros Técnicos e Científicos Editora - Rio de Janeiro – 2^a edição, 510p.
6. Tipler, P.A (1994) Física - vol. 2. Editora Guanabara Koogan - Rio de Janeiro – 3^a edição, 300p.

PAINEL 12.15 - CARACTERIZAÇÃO DE UMA VIDEOTECA DE ENSINO DE FÍSICA

Paula Fernanda F. de Sousa e Maria Regina D. Kawamura.
Instituto de Física – Universidade de São Paulo

O trabalho destinou-se à:

1. Caracterização do acervo e sua utilização

Fornece informações quanto as fitas do acervo, sua quantidade, média de utilização, etc. Além disso, estudou-se o acervo classificando as fitas quanto ao nível de escolaridade e assunto abordado, permitindo assim, identificar uma possível preferência por parte dos usuários. O resultado foi o seguinte:

Tabela 1: Análise do Número Total de Utilização das Fitas do Acervo **

Total	Média	Desvio	Min	Max
403	103.08	75.25	1.00	470.00

** Período: desde a sua chegada ao acervo até março de 98.

Tabela 2: Porecentagem quanto ao Nível

Nível	total	porecentagem do total	utilização	porecentagem da utilização
médio	89	22,1	8510	20,4
Superior	37	9,2	3341	8,0
divulgação	106	26,3	7823	18,8
médio e superior	171	42,4	22067	52,8
Total	403	100	41741	100

Tabela 3: Porcentagem quanto ao Assunto

assunto	total	porecentagem do total	utilização	porecentagem da utilização
mecânica	52	12,90	6492	15,6
eletrociadade	32	7,94	3992	9,6
ótica	13	3,23	1512	3,6
termodinâmica	9	2,23	1164	2,8
meio ambiente	15	3,72	1560	3,7
tecnologia	43	10,67	2997	7,1
hist. da ciência	87	21,59	8855	21,2
Física (tópicos)	75	18,61	8150	19,5
outras áreas	77	19,11	7019	16,8
total	403	100	41741	100

2. Caracterização das fitas mais (e menos) utilizadas

Identifica quem são as fitas mais (e menos) retiradas, a que nível de escolaridade elas pertencem e qual o assunto abordado. Deseja-se identificar também o porquê de uma dada fita pertencer à categoria de fitas mais (ou menos) utilizadas.

2.1 As fitas mais utilizadas

Tabela 4 : Porecentagem quanto ao nível

Nível	total	porecentagem do total	utilização	porecentagem da utilização
médio	1	7,7	308	6,5
divulgação	3	23,0	1263	26,5
médio e superior	9	69,3	3201	67,0
total	13	100,0	4772	100,0

Tabela 5: Porcentagem quanto ao assunto:

assunto	total	porcentagem do total	utilização	porcentagem da utilização
mecânica	5	38,5	1724	36,1
hist da ciência	4	30,8	1618	33,9
Física (tópicos)	1	7,7	308	6,5
outras áreas	3	23,0	1122	23,5
total	13	100,0	4772	100,0

2.2 As fitas menos utilizadas

Tabela 6: Porcentagem quanto ao Nível

Nível	total	porcentagem do total	utilização	porcentagem da utilização
médio	10	38,5	110	41,2
superior	2	7,7	14	5,2
divulgação	12	46,1	121	45,3
médio e superior	2	7,7	22	8,2
total	26	100,0	267	100,0

Tabela 7: Porcentagem quanto ao Assunto

Assunto	total	porcentagem do total	utilização	porcentagem utilização	da
mecânica	3	11,5	23	8,6	
termodinâmica	1	3,8	20	7,5	
tecnologia	3	11,5	23	8,6	
hist da ciência	7	26,9	61	28,4	
Física (tópicos)	3	11,5	29	10,9	
outras áreas	9	34,6	111	41,6	
total	26	100,0	267	100,0	

3. Caracterização do usuário

A finalidade é obter, através de um questionário, a opinião do usuário quanto a estrutura da videoteca e das fitas existentes no acervo; além de avaliar a finalidade das fitas e o perfil do usuário. Segue no anexo 1 um modelo de questionário.

Atualmente estamos na fase de tabelamento das informações fornecidas pelos usuários. Pretende-se comparar as conclusões anteriores com as obtidas pelo questionário, a fim de evidenciar quais são as fitas preferidas pelos usuários, quais os problemas que o impedem de freqüentar o acervo (será o tempo de empréstimo que é curto ou o horário de atendimento que não é disponível, etc) além da opinião sobre a qualidade das fitas do acervo. Além disso essas questões serão importantes na divulgação de títulos que possuem assuntos procurados mas que são desconhecidos pelos usuário, ou seja, pretende-se aumentar a interação videoteca – usuário, permitindo assim um melhoramento no ensino de Física.

ANEXO I – MODELO DE QUESTIONÁRIO

1) n º VC:	_____
2) Unidade:	_____ período: _____
<input type="checkbox"/> USP <input type="checkbox"/> Fora	
3) Formação:	
<input type="checkbox"/> Graduação <input type="checkbox"/> bacharelado	
<input type="checkbox"/> licenciatura <input type="checkbox"/> Pós graduação	
4) Professor de nível:	
<input type="checkbox"/> médio <input type="checkbox"/> superior <input type="checkbox"/> outros	
5) A fita terá fim:	
<input type="checkbox"/> didático <input type="checkbox"/> pesquisa <input type="checkbox"/> conhecimento geral	
6) Quanto ao nível esta fita é:	
<input type="checkbox"/> superficial <input type="checkbox"/> média <input type="checkbox"/> avançada	
7) Quanto ao conteúdo esta fita é:	
<input type="checkbox"/> ótima <input type="checkbox"/> boa <input type="checkbox"/> regular <input type="checkbox"/> ruim	
8) Quanto às características físicas da fita (som, etc.)	
<input type="checkbox"/> ótima, sem problemas	
<input type="checkbox"/> boa, com problemas mínimos	
<input type="checkbox"/> regular, apresenta problemas	
<input type="checkbox"/> ruim, os problemas impedem de assistí-la	
9) Quantas pessoas assistiram à fita?	
<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> entre 1 e 5	
<input type="checkbox"/> entre 5 e 10 <input type="checkbox"/> mais de 10	
10) A videoteca é satisfatória quanto à disponibilidade de:	
<input type="checkbox"/> horário de atendimento <input type="checkbox"/> funcionários	
<input type="checkbox"/> espaço físico <input type="checkbox"/> tempo de empréstimo	
<input type="checkbox"/> pesquisa às fitas	

Universidade de São Paulo - Instituto de Física - Projeto Videoteca

PAINEL 13.1 – A PRODUÇÃO DO SABER EM FÍSICA

Rovilson José Bueno

Professor do Departamento de Ciências Exatas e da Natureza do Centro de Formação de Professores/ UFPB.
bueno@cefp.ufpb.br

Este trabalho é um momento de sistematização de minhas experiências como professor de Física. Resultou que um certo número de questões sobre a aprendizagem das ciências convergiram para a produção do conhecimento. As concepções produzidas sobre as coisas do mundo pelos estudantes — para generalizar, como o fazem GIORDAN e DE VECCHI, pelos aprendentes¹ — são mediadas pelas relações que mantém com o meio natural e com os outros homens. A produção do conhecimento mantém uma *relação de essencialidade* com a produção da existência dos homens. Assim, não a despeito de outras opções, priorizo aspectos relativos a um olhar sobre a sociedade.

O trabalho com a educação de trabalhadores rurais foi responsável pela escolha em estudar o *saber* energia expresso por suas falas. A escolha recaiu sobre o saber energia porque na produção de sua existência, os homens, juntamente com as matérias-primas e o trabalho, não podem prescindir da energia, a ter início pela própria necessidade que têm dela para sua existência enquanto seres vivos. Esse saber energia, no universo de e com muitos outros saberes, informa a vida cotidiana, os processos de trabalho na agricultura.

Considero o *saber* um momento do desenvolvimento do conhecimento, idéia que devo a Vieira PINTO. O *saber* é dotado de características diferenciadas da ciência a qual, para o autor, é *a investigação metódica, organizada, da realidade, para descobrir a essência dos seres e dos fenômenos e as leis que os regem com o fim de aproveitar as propriedades das coisas e dos processos naturais em benefício do homem*.² Ciência e saber portanto são formas do conhecimento. Vai longe implicar estabelecer diferenciações absolutas. A segurança e a obviedade do saber dispensam qualquer necessidade de inspeção nos moldes que procede a ciência. Seria impraticável adotarmos o mesmo grau de precisão da ciência para assegurarmos a condução de nossa vida cotidiana — lembrando Agnes HELLER. Também, não se deduz daí que o saber não mantenha uma possível relação com a ciência. Mas o saber não passa, necessariamente, à ciência — não é, necessariamente, seu estágio anterior.

Com 134 anos (1823-1997), Cajazeiras está no sertão, extremo oeste da Paraíba. Com pouco mais de 52 mil habitantes (em 1991), sendo cerca de 25% residindo na zona rural, a cidade vem apresentando taxa de urbanização ascendente³. A produção agrícola baseia-se nas culturas alimentares do milho, feijão e arroz e na cultura do algodão⁴. Essa produção é basicamente de subsistência e caracteriza-se pelo emprego de uma tecnologia rudimentar. O imperativo econômico na ocupação do Sertão da Paraíba, a criação do gado bovino, põe-se como motivo para o surgimento e desenvolvimento de Cajazeiras⁵. A produção agropecuária é, na atualidade, vista como atividade secundária na sua economia. O mais forte componente é a atividade comercial e o setor de serviços.

É no movimento da produção das condições materiais e intelectuais de sua existência que o homem produz o conhecimento independentemente da forma. O trabalhador rural é um cientista têm informações convergentes sobre muitos fenômenos. Mas isso não significa buscar, no saber do trabalhador rural, princípios de explicação científicos. A convergência de resultados não implica que a produção destes tenha percorrido os mesmos caminhos, os referenciais pertencem a visões de mundo diferentes. WEIZSÄCKER lembra muito bem que a formulação do conceito energia, no âmbito da ciência, só poderia ser compreendido na perspectiva da visão de mundo da Física⁶.

Referindo-me a WATTS, e às falas dos trabalhadores rurais de Cajazeiras, produzi um panorama sobre o saber energia desses trabalhadores⁷. O trabalho de WATTS foi produzido sob outra perspectiva, mas a organização das estruturas das concepções sobre energia contribuiu, sob minha opção de análise, para a sistematização do saber energia dos trabalhadores. Esse panorama mostra que o saber energia expresso pelas falas dos trabalhadores rurais de Cajazeiras apresenta as seguintes características: é produzido concomitantemente com a existência dos homens em todos os seus aspectos; apresenta uma *fragmentação* e uma *coerência própria*; é *dinâmico*, passa por mudanças sendo ‘transmitido’ pela *Educação*; *reelabora informações* incorporando-as as suas justificações, notadamente utilizando-se de *analogias e metáforas*; considera a energia como um *manifestar-se* podendo estar *armazenada* nos corpos (na matéria) ou na luz (especificamente na radiação solar) estando relacionada diretamente com o *trabalho humano* e o trabalho de muitos outros conversores de energia, podendo ser *transportada*, mantém uma *relação com o tempo e com o trabalho realizado*, pode aparecer sob alguns tipos (exemplo: energia elétrica, energia do corpo). A palavra *energia* é *explicitamente utilizada*, em geral, quando refere-se à rede de distribuição de energia elétrica e seus equipamentos apontando para consequências do que HÉMERY, DEBIER e DELÉAGE denominam *eletrificação da vida cotidiana*⁸.

Na perspectiva de continuidade da investigação, pautando-se pela proposta de LEHRMAN de que “*Uma definição moderna de energia [...] deve estar baseada em ambas a primeira e segunda leis da termodinâmica. Qualquer coisa menos falsifica a idéia. Se não for possível escrever uma definição satisfatória em umas poucas palavras, deveríamos aprender a ir adiante sem quaisquer abordagens reduzidas*”, evidencio que cabe a possibilidade de estender a compreensão que tive da *relação entre energia e tempo* nas falas dos trabalhadores que se reduziu a algo análogo à potência. Talvez tal extensão signifique

compreender essa relação dentro do que os físicos denominam Segunda Lei da Termodinâmica. O argumento aqui está em considerar que as *perdas de energia* nos diversos processos de trabalho, isto é, referências aos seus rendimentos, sejam mais significativas no saber energia dos trabalhadores rurais de Cajazeiras do que foi suposto.

Esses resultados, num primeiro plano, apontam para possíveis contribuições para metodologias de ensino em Educação Científica que acontece na zona rural considerando primordial para isso o conhecimento do saber do trabalhador rural, sua produção e características. Tangenciando o debate sobre o que vem a ser educação popular, conhecer o saber do trabalhador rural é uma condição necessária para se efetivá-la como forma de defesa dos interesses *daqueles-que-vivem-do-trabalho*¹⁰.

¹¹ [...] Consiste em tentar conhecer melhor os que aprendem, os alunos, mas também os leitores de um livro científico, os telespectadores de um programa de vulgarização ou os visitantes de uma exposição — designá-los-emos com o termo geral de “aprendentes” — e, paralelamente, procurar os parâmetros pertinentes que facilitem a aprendizagem.” (GIORDAN, André, DE VECCHI, Gérard. *As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p.14.)

¹² VIEIRA PINTO, Álvaro. *Ciência e existência: problemas filosóficos da pesquisa científica*. 3. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985. p.30.

¹³ FIBGE. *Censo Demográfico*, 1991.

¹⁴ FIBGE. *Censo Agropecuário*, 1995.

¹⁵ MELO enfatiza a importância do gado bovino na economia do Sertão da Paraíba em fins do século XVIII. (MELO, José Otávio de Arruda. *História da Paraíba*. João Pessoa, 1997. p.78-81.)

¹⁶ WEIZSÄCKER C.F.v. *The world view of physics*. London: Routledge & Kegan, 1952. p.58.

¹⁷ WATTS, Michael. Some alternative views of energy. *Phys. Educ.*, v.18, p.213-7, 1983.

¹⁸ HÉMERY, Daniel, DEBIER, Jean-Claude, DELÉAGE, Jean-Paul. *Uma história da energia*. Brasília: Edunb, 1993. p.192.

¹⁹ LEHRMANN, R.L. Energy is not the ability to do work. *Physics Teacher*, 11, 1973, p.18.

²⁰ Numa perspectiva de análise mais ampla das condições históricas da sociedade contemporânea, ANTUNES utiliza-se da expressão *classe-que-vive-do-trabalho*. É dessa forma que aqui faço uso do termo. Ver ANTUNES, Ricardo. *Adeus ao trabalho?* — Ensaio sobre as metamorfoses do mundo do trabalho. São Paulo: Cortez, 1995.

PAINEL 13.2 – AS MUDANÇAS NAS CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL SOBRE ENSINO E APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS

Sandra Carpiniti Timoco¹ e Anna Maria Pessoa de Carvalho²

¹FEUSP, Avenida da Universidade 308 – CEP: 05508900 - e-mail: scitinoco@usp.br

²FEUSP, Avenida da Universidade 308 – CEP: 05508900 - e-mail: ampcarv@usp.br

Esta pesquisa tem como proposta, estudar as mudanças ou transformações nas concepções dos professores do ciclo fundamental sobre ensino e aprendizagem de Ciências, sujeitos às propostas de ensino levadas pelo curso *O conhecimento físico nas séries iniciais* (Projeto de Educação Continuada); analisando como se faz essa mudança, quais seus elementos facilitadores e como influenciam na prática docente. Esse curso teve duração de 3 módulos de 30h cada, iniciando-se no segundo semestre de 1997 e terminando no segundo semestre de 1998. Os temas abordados foram tanto os conteúdos disciplinares de física, com atividades experimentais desenvolvidas para as séries iniciais, como também os conteúdos pedagógicos referentes ao ensino de Ciências sob uma perspectiva construtivista.

Para a coleta de dados, foram utilizados três instrumentos: questionários (3) ao final de cada módulo, documentos produzidos pelos professores (relatórios), e vídeos das aulas dos professores. A análise dos questionários e dos documentos foi baseada no trabalho de Posner, Stricker, Hewson & Gertzog – 1982 (inteligibilidade, plausibilidade e frutibilidade). Cujos resultados preliminares foram apresentados no VI EPEF Florianópolis-1998.

A análise dos vídeos, baseada nos trabalhos de Constable & Long – 1991, usa o critério de fidelidade para comparar o trabalho feito pelos professores em sua classe, com as idéias apresentadas pelo curso, procurando recortar nessas aulas episódios de ensino indicadores da fidelidade do professor com as concepções originais da proposta. Será apresentada, neste trabalho, uma análise preliminar dos vídeos das aulas dos professores segundo o critério e as condições descritas acima.

PAINEL 13.3 - DO FAZER AO ENSINAR CIÊNCIA

Deise Miranda Vieira¹ e Anna Maria Pessoa de Carvalho²

¹Faculdade de Educação - USP e Instituto de Física - UFRJ – deisemv@uol.com.br

²Faculdade de Educação – USP – ampcarv@usp.br

O trabalho de pesquisa que apresentamos está relacionado à Formação Permanente de Professores. Esta área de investigação, como também a Formação Inicial, vem se confrontando há várias décadas com tentativas de melhoria do ensino em diferentes níveis. Isto se deve à união de pesquisadores das áreas científicas e pedagógicas que têm fornecido contribuições em busca de diferentes alternativas para a melhoria do ensino.

Mesmo assim, para as áreas das ciências, temos um quadro atual em que se agravam as preocupações, diante dos avanços científicos e tecnológicos do mundo nesta sociedade em constante transformação. O que deparamos nas salas de aula e nos livros textos são conteúdos científicos não atualizados com o desenvolvimento contemporâneo. Os alunos, ao olharem para o mundo ao seu redor, com tecnologias avançadas utilizadas no seu dia-a-dia como: notícia de clonagem, canetinha a 'laser', automação de dados bancários, entre outros, ficam sem entender, sem conseguir fazer analogias com o que estudam em suas escolas.

Não vamos culpar os professores, porque estes também foram formados em cursos universitários que não apresentam inovações curriculares. Nos cursos das áreas científicas há uma preocupação com os conceitos básicos e seus formalismos, não havendo 'tempo' para o ensino dos conteúdos mais avançados e atualizados. Portanto o esforço de um profissional sozinho, correndo sempre de uma escola para outra, não será suficiente para se manter em dia com os avanços científicos e tecnológicos.

Porém são os mesmos alunos que se deslumbram com as novas tecnologias que têm 'pavor' ao ensino das disciplinas científicas. Vários têm sido os estudos na área de pesquisa em ensino de ciências para se compreender como esta aprendizagem é absorvida, quais as dificuldades dos estudantes e quais as melhores maneiras de se adotar uma didática para que se possa ter melhores resultados nas escolas.

Nosso trabalho, como já informamos, vai se restringir à Formação Permanente de Professores, para as áreas científicas. Queremos investigar alternativas que possam dar apoio profissional aos professores na sua prática docente. Sabemos que há vários caminhos e hoje temos alguns órgãos governamentais que procuram incentivar projetos de atualização de professores, com financiamentos significativos. Alguns só priorizando a parte pedagógica e outros só a parte científica. Não aprovamos esta dicotomia, buscando sempre alternativas em que o conteúdo científico fosse aprofundado e atualizado, mas adequado à realidade do aluno e do professor, integrando assim as duas áreas de conhecimentos: científica e pedagógica.

Procuramos estabelecer a relação FAZER CIÊNCIA - ENSINAR CIÊNCIA, na formação permanente dos professores das áreas científicas, pois entendemos que a partir daí teremos mais um caminho para saber como são transmitidos os conteúdos para os alunos. Optamos por olhar para dentro do produto que deverá ser transmitido aos alunos, e, para isto, entender melhor como os cientistas agem e como constroem seu conhecimento, verificando os caminhos e descaminhos na construção da ciência.

Este conteúdo (produto acabado) é o que encontramos nos livros e nos assuntos transmitidos em aulas. Os professores não conhecem o seu processo de construção, para eles há uma CAIXA PRETA de onde saem os fatos prontos para serem 'digeridos' por eles próprios e seus alunos, constantes dos manuais escolares.

Resolvemos entrar nesta CAIXA PRETA, com eles, professores, num curso de Atualização para Professores de Biologia do Ensino Médio - Saúde e Meio Ambiente - organizado pela FIOCRUZ (Fundação Oswaldo Cruz) e CECIERJ (Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro), em 1996, com financiamento CAPES/FAPERJ. Entendemos que o trabalho de 'imersão' que estava sendo proposto aos cursistas pelos organizadores, dentro de Instituições de Pesquisa e Ensino, apresentando áreas atuais da Biologia, poderia contribuir para que os professores pudessem vivenciar a produção científica, acompanhando o dia-a-dia dos pesquisadores. Deste modo, entendemos que estes cursistas poderiam refletir sobre o que entendiam e passaram a entender sobre o 'que é fazer ciência' e apontar para mudanças em suas práticas docentes.

Esboçamos os procedimentos para começarmos a estabelecer a relação FAZER CIÊNCIA ↔ ENSINAR CIÊNCIA. Relatamos as etapas que foram seguidas, dentro do campo de pesquisa escolhida - o Curso, que são: as entrevistas iniciais com pesquisadores e organizadores; como direcionamos o nosso olhar, nas gravações em vídeo; o questionário inicial para cursistas; as entrevistas finais com os cursistas; o tipo de pesquisa realizado.

Perguntamos aos organizadores questões que nos eram importantes para sabermos como o curso estava sendo organizado. São elas: Porque este curso foi montado com esta proposta de estrutura?; Como foi feita a escolha dos pesquisadores? Deste modo, estávamos identificando a estrutura do curso que íamos começar a acompanhar com o que pensam os pesquisadores na área de Formação de Professores.

Para entendermos o processo de 'imersão' dos cursistas no ambiente de pesquisa, recorremos a estudos da Sociologia e Antropologia da Ciência para nos dar suporte para analisarmos os afazeres dos cientistas que acompanhávamos. Nossa escolha foi feita principalmente em Bruno LATOUR e Steve WOOLGAR, onde destacamos as seguintes questões a serem analisadas: A Comunidade Científica; O Processo de Construção do Fato Científico; O Produto da Ciência: A Credibilidade do Fato Científico; Quem Dá Validade ao Produto; Conhecendo os Afazeres dos Cientistas - Seu Cotidiano.

Deste modo, nos foi possível observar os pesquisadores escolhidos por nós, que participaram do Curso Saúde e Meio Ambiente, ao apresentarem os seguintes temas nas atividades desenvolvidas: A Malária no Mundo; Educação Ambiental e Meio Ambiente; A Doença de Chagas; Microscopia Eletrônica; Reservatórios Silvestres na Doença de Chagas; Xenodiagnóstico Natural e Artificial, Cultura de Protozoários e Parasitemia.

Os pesquisadores apresentaram seus trabalhos científicos em diferentes atividades, os cursistas freqüentaram laboratórios e outros espaços onde são desenvolvidas etapas das pesquisas.

Para descrevermos a saída dos cursistas da CAIXA PRETA que criamos, pois estávamos interessados em saber sobre suas reflexões sobre: A Visão de Ciência, pertinente ao conteúdo apresentado no curso; e a Prática Docente, pertinente à proposta educacional. Para isto, foram realizadas entrevistas coletiva e individuais.

Nas entrevistas individuais foram feitas as seguintes perguntas: O que mais chamou a sua atenção no dia-a-dia do laboratório?; Quais as atividades que marcaram você ou que foram mais facilitadoras para o ‘influenciar’ numa mudança de visão de ciência?; Em que o curso influenciou a sua idéia de ciência?; Qual a sua concepção de ciência, depois deste curso?; Com o que foi vivenciado, você pretende modificar a sua maneira de apresentar a ciência que você ensina? De acordo com as respostas dos cursistas, selecionamos trechos das aulas dos pesquisadores, de forma que pudéssemos justificar nossa análise e que pudéssemos delinear nossas conclusões.

Apresentamos nas conclusões quatro questões básicas: o que os pesquisadores fizeram durante o curso analisado; o que os cursistas perceberam do curso em questão; a nossa percepção sobre formação permanente de professores; e o que vislumbramos como pesquisas futuras para termos mais indicativos sobre formação permanente.

Deste modo, chegamos ao final deste nosso trabalho podendo afirmar que os pesquisadores apresentaram os processos de construção do fato científico e que foi observado pelos cursistas. Eles destacaram também a paixão com que os cientistas fazem seus trabalhos. Identificaram, na prática, os instrumentos e novas tecnologias utilizadas. Estas questões apontaram para uma reflexão sobre concepção de ensino, adequação e sugestões, reafirmando a necessidade de oportunidade para a Formação Permanente de Professores.

Deste trabalho, tiramos indicativos sobre novas perspectivas para a pesquisa sobre Formação Permanente de Professores e apontamos para questões que complementariam este campo de pesquisa, como: análise dos livros didáticos, nas áreas de pesquisas da atualidade; acompanhamento da prática docente dos cursistas.

PAINEL 13.4 - O ENSINO DE FÍSICA NA 8^a SÉRIE SEGUNDO A FALA DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS DA REDE MUNICIPAL DE ENSINO DO RIO DE JANEIRO

Giovanni Lima dos Santos

Mestre em Educação pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro
giov@openlink.com.br

O objetivo deste trabalho foi analisar o ensino de Física na 8^a série do 1º grau, a partir da fala de professores da rede municipal de ensino do Rio de Janeiro, a qual abrange apenas as séries que compõem o Primeiro Grau. De acordo com o programa da disciplina de Ciências nesta série, os conteúdos se subdividem entre Química e Física, quando esta é apresentada oficialmente aos alunos, por professores de Ciências, graduados em Biologia.

Foram entrevistados seis professores de ciências, a partir de um total de 11 que foram contatados, todos com mais de cinco anos de docência, cujas falas foram analisadas a partir do referencial teórico-metodológico da pesquisa qualitativa.

A disciplina de ciências, referida como ciências físicas e biológicas, é uma das disciplinas que integra o *núcleo comum* estabelecido no Art. 4º da Lei nº 5692/71. A Resolução nº 6/86 do Conselho Federal de Educação (CFE) para o ensino de 1º e 2º graus determina que cabe a cada estabelecimento organizar o seu plano de curso, atendendo as matérias do núcleo-comum, sendo que no 1º grau o ensino de ciências recebe a ressalva “sob forma de iniciação”. Com isto, de acordo com o que pudemos observar nas apresentações dos conteúdos nos livros didáticos e também em nossa experiência docente, tal ressalva vem-se constituindo, na 8^a série, em uma disciplina que tem como objetivo a iniciação em física e química. A Secretaria Municipal de Educação (SME), responsável pela maioria das escolas de 1º grau da rede pública no Rio de Janeiro, seguindo as determinações da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, vem desenvolvendo uma orientação geral para as disciplinas, em forma de conteúdo programático. Essas propostas curriculares são enviadas para as escolas e, na maior parte das vezes, não são discutidas com os professores para sua elaboração e fundamentação. Desta forma, os objetivos da SME quanto aos conteúdos de ensino não se mostram claros aos professores.

Na prática, os professores entrevistados dividem sua carga horária entre as conteúdos de química e física. À princípio esta divisão acontece de maneira equilibrada reservando-se um semestre para cada área. No entanto, curiosamente, todos iniciam seus cursos pela parte de química. Devido à grande extensão do conteúdo, um semestre acaba sendo pouco tempo, restando duas opções: ou interrompe-se o conteúdo de química para iniciar física, ou, o que é mais frequente, termina-se o conteúdo de química, para somente assim começar física, o que ocorre praticamente no fim do ano letivo, com professores e alunos desgastados, e estes

últimos ainda, precisando recuperar pontos na média. Esse é o cenário em que se inicia, ao menos oficialmente, o ensino de física em algumas das escolas da Rede Municipal de Ensino.

Partindo de um aspecto mais geral, o ensino de ciências, chegamos ao nosso interesse específico, a física inserida no currículo de 8^a série. A proposta de um ensino baseado na conceituação, no qual a matemática seria flexibilizada se mostrou recorrente na fala dos professores, pois poderia aguçar a capacidade de raciocínio do aluno. Do mesmo modo, a atividade em sala de aula também seria enriquecida, a partir do saber expresso pelos alunos com relação a um dado conceito ou fenômeno.

Os professores de Ciências da 8^a série ficam um pouco isolados, com relação ao conteúdo, dentro da escola. Não existem muitos pares para esses profissionais, já que lidam com um conteúdo praticamente único, que as vezes parece não pertencer nem ao 1º grau, nem ao 2º grau.

A física apresentada aos estudantes na 8^a série necessita, além dos conceitos abordados em sala de aula para o estudo dos fenômenos da natureza, de conhecimentos básicos para que seu aproveitamento seja relevante. Estes alicerces são fornecidos pelas disciplinas de matemática, língua portuguesa (interpretação de textos) e pelos requisitos proporcionados pela disciplina única de ciências, em parte destinada às ciências naturais até a 7^a série. Conseguir trabalhar todas essas partes com um domínio razoável em um período de aproximadamente quatro meses é uma tarefa bastante difícil. Logo, não é por acaso que “as crianças rejeitam”, “o conteúdo é muito grande”, “os alunos têm preconceito”, “eles detestam”... As dificuldades referem-se a fundamentação de conceitos, interpretação de textos e problemas e ao raciocínio matemático.

A principal fonte de consulta dos professores e mesmo de estudos para a elaboração das aulas é o livro-didático, em geral, o mesmo utilizado pelos alunos. Sua ausência, muitas vezes, é questionada por pais, alunos e professores, que apoiam o livro didático como uma das soluções para os problemas de aprendizagem. Em geral, os professores não conseguem ousar, ir além do que está definido pelo mercado editorial, pois nem mesmo escolhem seus livros, usando em geral aqueles recebidos pela escola, enviados pela SME. A falta de formação específica na área de Física, a pequena carga horária e a dificuldade dos alunos com a matemática servem como justificativas para a precariedade dos conteúdos ministrados. Com efeito, algumas experiências pontuais apontam o contrário, como por exemplo, o professor que rejeita o livro didático como única base para seu trabalho, das propostas de feira de ciências com trabalhos de Física, de algumas atividades lúdicas em sala de aula, do uso da experimentação, etc.

A experimentação é um dos recursos mais citados como importante para ensino de ciências por pais, alunos e professores por “mostrar a física acontecendo”, ou seja, relacionar os conceitos trabalhados teoricamente com a realidade cotidiana do aluno. Todavia, o desenvolvimento de práticas experimentais ocupa tempo e exige do professor fundamentos para a sua elaboração e a ausência de uma sólida fundamentação teórica em física desestimula seu emprego. Ainda assim, algumas professoras mostraram criatividade utilizando elementos presentes na sala de aula, ou mesmo da vida cotidiana, para utilizar a experimentação como elemento para um ensino de Física mais efetivo.

As dificuldades para o ensino de Física foram prontamente mensuradas pelos professores: o “programa é muito longo”, “o tempo é muito curto”, “a matemática dificulta o sucesso dos alunos”, “a escola pública é muito pobre”, mas nem por isso nenhum dos professores deixa de achar pertinente o ensino de física na 8^a série porque “contribui para o entendimento de questões cotidianas da vida do aluno”.

De forma geral, os professores entrevistados não se acham incapacitados para ensinar física, mas desejariam muito que o currículo fosse revisto. Gostariam de colaborar para tal iniciativa, o que segundo as professoras, não ocorre. Uma proposta bastante recorrente foi a de tratar os conceitos de física ao longo das séries do 2º segmento do 1º grau à medida que esses conceitos fossem surgindo, de forma conjunta aos conteúdos regulares de biologia. A postura do professor de ciências seria diferente da atual, pois o profissional passaria a encarar a disciplina como uma apresentação de conceitos de física, química e biologia, de forma que isto ficasse claro para os alunos. Atualmente o que se vê nas escolas da Rede Municipal é uma disciplina de ciências apresentada como única, porém com preferência por conceitos biológicos.

Apesar de todos os problemas abordados até aqui, é importante ressaltar a capacidade de esforço, reflexão, dedicação e esforço dos professores de ciências entrevistados. Mesmo sem receber formação aprofundada, a insegurança quanto aos conteúdos move esses professores a tentar suprir suas deficiências. A necessidade de estudo constante para refletir e elaborar um programa, em boa parte das vezes funciona como um estímulo indireto a uma postura mais crítica quanto ao ensino de ciências. Isso ficou demonstrado por alguns dos professores, os quais buscaram desenvolver estratégias diferenciadas e criativas, para alcançar um melhor nível de aprendizado.

Concluímos que o ensino de Física na 8^a série, nas escolas da Rede Municipal de Ensino do Rio de Janeiro, merece reformulações sérias, pois em que pese o esforço das professoras, ainda se enquadra no paradigma tradicional do ensino de ciências, distante de qualquer tendência pedagógica que favoreça o crescimento dos estudantes em aspectos que não se fixem apenas nos conteúdos de uma disciplina. Esse ensino se mostra distante de qualquer perspectiva de participar da formação, no conjunto das disciplinas, de alunos críticos e conscientes.

PAINEL 13.5 - ESTUDO DAS CONCEPÇÕES EXPONTÂNEAS SOBRE REPOUSO E MOVIMENTO DE PORTADORES DE DEFICIÊNCIA VISUAL

Eder Pires de Camargo¹ e Luis Vicente de Andrade Scalvi²

Pós-graduação em educação para Ciência, Faculdade de Ciências – UNESP, Bauru

Cx. Postal 473, Cep 17033-360 Bauru – SP

¹e-mail: clinho@pnet.com.br

²e-mail: scalvi@bauru.unesp.br

Este trabalho objetiva estudar as concepções espontâneas de pessoas classificadas como cegas, sobre os conceitos físicos de repouso e movimento, além de procurar estabelecer uma relação entre tais concepções e modelos científicos, desenvolvidos historicamente, para isso, considerará o meio social, bem como o nível educacional desses indivíduos e selecionará para amostra de pesquisa, pessoas que nunca tenham tido contato visual, ou seja, cegos de nascença, pois partindo do pressuposto de que as concepções espontâneas são fortemente influenciadas pela interação sensorial com o meio físico, a presença de visão em algum momento da vida poderia fornecer dados que não fazem parte dos objetivos principais desse trabalho.

Analizando o exemplo da queda de um corpo, o estímulo visual forneceria dados capazes de contribuir para a formação de um modelo explicativo do fenômeno, divergente do científico, ou seja, há influência da massa no tempo de queda, pois é isto que não portadores de deficiência visual total vêem quando uma pedra e uma folha de papel aberta são abandonadas da mesma altura simultaneamente. Graças a observação não criteriosa, o princípio da inércia poderia ser encarado como “não verdadeiro”- não objetiva-se aqui analisar o conceito de verdade - pois em superfícies ásperas, uma bola chutada na direção horizontal por um jogador, pára. Isto torna claro a não trivialidade observational da força de atrito para o senso comum e fortalece as relações das concepções espontâneas de tais indivíduos com modelos históricos como os do impeto e o aristotélico.

Portanto evidencia-se aqui a importância do caráter observational nas relações explicativas de fenômenos físicos, principalmente sobre as concepções de repouso e movimento que estão sendo estudadas nas últimas décadas, e isto é fator fundamental na dúvida de que a ausência de observação visual poderia ou não representar semelhanças ou diferenças em tais concepções de pessoas não portadoras do já citado estímulo.

Algumas pesquisas realizadas sobre este tema com pessoas não cegas, revelaram semelhanças entre conceitos espontâneos e modelos históricos, e revelaram também a ineficácia do ensino de física na sua quase totalidade no que se refere a uma mudança conceitual, ou seja, a presença de concepções espontâneas tem se evidenciado em sujeitos que já passaram pelo ensino médio, portanto, que mantiveram contato com a física, e em sujeitos que cursaram física na universidade. “Clemente notou concepções errôneas em estudantes envolvendo impeto ao resolverem problemas um pouco mais complexos que esses em nossa experiência. Além disso, nós encontramos evidência de convicções ingênuas que se assemelham à teoria do impeto em uma variedade larga de situações simples (um objeto que cai de um precipício, uma bola que rola em uma superfície plana). Isso parece demonstrar que a convicção de que força mantém um movimento pode colorir a compreensão de movimento em pessoas não peritas em física” (McCloskey; Caramazza e Green, 1980). “A gravidade foi invocada por quase todos os estudantes ... Mas além da “pressão do ar responsável pela confusão acerca da gravidade”, surgiu um outro entendimento dos estudantes sobre esse conceito, a compreensão da gravidade como propriedade particular do objeto ... esta concepção é pelo menos tão velha quanto a de Aristóteles, cujas explicações envolvidas eram que há uma tendência de objetos sólidos (mesmo material da Terra) caírem para seu lugar natural de descanso, a superfície da Terra” (Minstrell; 1982).

Do ponto de vista das relações estabelecidas por deficientes com o meio físico, a ausência total de visão é pré-requisito fundamental nesse trabalho, isto é, quais são as principais implicações causadas pela não presença de visão nas concepções espontâneas de indivíduos cegos? Que relação há entre tais concepções e modelos científicos desenvolvidos historicamente? Poderiam, portadores de deficiência visual, construir modelos científicos diferentes dos de “pessoas normais”? Que respostas forneceriam pessoas cegas à questões já submetidas à indivíduos não cegos, como por exemplo, por que um objeto cai? O que é o para cima e o para baixo, para tais indivíduos? Quais são seus sistemas de referência? Que explicações forneceriam deficientes visuais para o repouso de um livro sobre a mesa? O que é força? O que é gravidade?

A análise das respostas fornecidas pelos deficientes visuais à tais questionamentos requer critérios de avaliações rígidos, pois qualquer manifestação oral, gesticulada, poderá fornecer dados indispensáveis no que se refere às concepções espontâneas, por isso, o registro das entrevistas em fitas de vídeo, torna-se fundamental no processo. Também faz-se necessário a distinção dos sujeitos sob a óptica escolar, ou seja, aqueles que jamais mantiveram contato com a física enquanto disciplina escolar, aqueles que mantiveram contato com a física somente em nível de ensino médio e fundamental e os que puderam ter contato com a física no ensino superior.

Um grande número de estudos sobre o desenvolvimento cognitivo sugere que a capacidade das pessoas deficientes visuais para ouvir e comunicar-se oralmente tem permitido que desenvolvam as suas capacidades intelectuais o suficiente para terem um desempenho dentro das normas nos testes padronizados.

Segundo Leontiev, “embora os conceitos e os fenômenos sensíveis estejam inter-relacionados por seus significados, psicologicamente eles são categorias diferentes de consciência”, ou seja, apesar da ausência de visão provocar significativas mudanças nas relações dos indivíduos com os meios social e físico, a suposta dificuldade em questão, não pode ser encarada como fator incapacitador e/ou excluente, pelo contrário, deve ser explorada e considerada como um diferenciador capaz de fornecer informações sobre a realidade física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MINSTRELL, J. – Explaining the “at rest” condition of na object. The physics teacher (1982).
2. CARAMAZZA, A., McCLOSKEY, M., GREEN, B. – Curvilinear motion in the absence of external forces: Naive beliefs about the motion of objects. Science vol. 210 (1980).
3. LEONTIEV, A. N. – Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. (1988).
4. KIRK, S. A. e GALLAGHER, J.J. - Crianças com Deficiências Visuais. In: Educação da Criança Excepcional. São Paulo, Livraria Martins Fontes Editora Ltda., 1.987, p. 179 - 225.
5. MAZZOTTA, M.J.S. - Direito do Portador de Deficiência à Educação. Integração, Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria da Educação Especial. 11 (5) 14-15, 1.994.
6. OMOTE, S. - Deficiência e não-deficiência: recortes do mesmo tecido. UNESP-MARÍLIA, texto mimeografado, 1.989.
7. -----, - A deficiência como fenômeno socialmente construído. UNESP - MARÍLIA, texto mimeografado, 1.986.

PAINEL 13.6 - AS ANALOGIAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA

Cristiane Coden Feltrin¹; Eduardo Adolfo Terrazzan²; Lucillana de Moraes Silveira³;

Sam Felipo Garcez Folgerini⁴ e Inés Prieto Schmidt⁵

¹Bolsista de iniciação científica FAPERGS, NEC/CE, CCNE, UFSM, a9613102@alunog.ufsm.br

²Professor adjunto, CE, UFSM, eduterra@cc.ufsm.br

³Bolsista de mestrado CAPES, PPGE/CE, UFSM, a9760269@alunop.ufsm.br

⁴Bolsista de iniciação científica PROLICEN, NEC/CE, CCNE, UFSM, a9610861@alunog.ufsm.br

⁵Professora assistente, CCNE, UFSM, iprieto@cne.ufsm.br

A pesquisa em Ensino de Ciências tem buscado alternativas para a superação dos inúmeros obstáculos presentes no processo de ensino - aprendizagem de modo a torná-lo mais produtivo e significativo. Nesta perspectiva, a utilização de Modelos, Analogias e Metáforas como recursos didáticos, têm um importante papel na construção do conhecimento científico e apresentam resultados promissores. Neste trabalho, procuramos estudar o uso destes recursos didáticos a fim de estabelecer parâmetros para sua efetividade no ensino de Física. Entretanto existe uma controvérsia entre os autores sobre a utilização de analogias e metáforas como recursos didáticos.

Gilbert(1989), comparou o desempenho de estudantes com os quais se utilizou metáforas para ensinar Biologia, com estudantes onde se utilizou a versão literal dos mesmos textos. Ele afirma que pouco foi encontrado para sustentar a disputa que o uso dos sistemas analógicos aumentam as realizações dos estudantes, e havia alguma indicação de que eles possam ter um efeito negativo nas atitudes dos mesmos. Outros autores, apontam a importância desses recursos didáticos no processo de construção do conceitos científicos por parte dos estudantes.

Para Adrover e Duarte (1995) o uso de analogias, além de incrementar a compreensão e a recordação dos tópicos estudados promove, a partir do mapeamento entre análogos, a apreensão de informação que não foi transmitida de forma explícita, porém estava implícita.

O modelo TWA desenvolvido por Glynn, a partir da análise de livros texto, propõe uma estratégia para o uso de analogias no ensino de conceitos científicos, de modo a facilitar sua compreensão por parte dos estudantes. Este modelo mostra como professores exemplares e autores de livros texto constróem analogias efetivas em ajudar os estudantes a construir novos conhecimentos aprendidos a partir de livros texto por ativação, transferência e aplicação relevante do conhecimento existente.

Com o objetivo de desenvolver um plano de aula, centrada na utilização das analogias, capaz de minimizar as dificuldades no ensino de ciências, buscamos comprovar a utilização das analogias, similes e metáforas na literatura didática de 2º Grau e em seguida fazer uma análise sobre seu uso e as implicações decorrentes na formação de conceitos por alunos do ensino médio.

Deste trabalho selecionamos os livros didáticos para fazer a identificação e análise da utilização das analogias e metáforas como recursos didáticos em livros para o ensino médio, para isso levou-se em conta um trabalho realizado anteriormente por bolsistas PROLICEN onde, professores do ensino médio de Santa Maria e região responderam em questionário, quais os livros mais utilizados por eles para a preparação das suas aulas bem como, para referência bibliográfica de seus alunos. As coleções didáticas de Ensino Médio selecionadas para a análise neste trabalho foram: *Física* (Regina Azenha Bonjorno, José Roberto Bonjorno, Valter Bonjorno e Clinton, Marcico Ramos), *Curso de Física* (Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga), *Física* (GREF, Grupo de Reelaboração do Ensino de Física), *Física e Realidade* (Aurélia Gonçalves Filho e Carlos

Toscano), Termologia e Óptica (Luiz Alberto Guimarães e Marcelo Fonte Boa). e de nível superior: *Fundamentos de Física* (David Halliday, Robert Resnick e Jearl Walker).

Através de uma primeira leitura localizamos as analogias presentes nos livros selecionados e em seguida realizamos um estudo qualitativo acerca das analogias de conceitos científicos de Física de modo a comporem um quadro síntese. Neste trabalho foram consideradas as restrições e cuidados, apontados na literatura acerca da utilização de analogias como recursos didáticos no Ensino de Física, principalmente no que se refere à preocupação com o reforço ou não das concepções alternativas dos estudantes. Nos pareceu mais conveniente utilizar como critério, para a análise das analogias, um modelo, derivado do modelo TWA (Teaching-With-Analogies). HARRISON e TREAGUST que propuseram uma modificação do modelo TWA a qual utilizamos como critério de análise. Desta reelaboração resultou um modelo caracterizado pelos seguintes passos:

Passo 1 → Introduzir o conceito alvo a ser ensinado; *Passo 2* → Introduzir um análogo familiar para os estudantes; *Passo 3* → Identificar as características relevantes do análogo empregado; *Passo 4* → Mapear as similaridades entre o análogo e o conceito alvo que se pretende ensinar; *Passo 5* → Apontar os limites de validade da analogia indicando onde a analogia apresenta falhas; *Passo 6* → Esboçar conclusões sobre o conceito alvo. Resumir os aspectos importantes do conceito estudado.

Após o levantamento das analogias e metáforas, existentes nas coleções didáticas escolhidas, foram elaborados quadros-síntese onde se procurou especificar o uso de cada analogia encontrada.. Neste quadro destacamos elementos como: Livro/ Capítulo/ Página, tópico, conceito/ temática/ assunto, situação apresentada, situação análoga ou analogia utilizada, relação analógica pretendida.

Para realizarmos uma análise da efetividade das analogias, enquanto recurso didático, selecionamos dez do total de analogias encontradas e utilizamos como critério os passos sugeridos pelo método Teaching-With-Analogies, desenvolvidos por Shawn M. Glynn em 1991, citado anteriormente neste trabalho. A partir disso resultaram três categorias de análise. O sinal gráfico NC, indica que não foi possível identificar este passo na analogia, o sinal C indica evidências de contemplação do passo, de alguma forma, na apresentação do modelo analógico e B naqueles casos em que o passo foi desenvolvido de forma aproximada ou restrita.

A partir da análise das analogias à luz do modelo TWA chegamos ao seguinte quadro síntese:

Passos	Número da analogia									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P.1	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C
P.2	B	B	C	C	C	B	C	C	C	C
P.3	C	C	NC	C	B	C	C	C	C	C
P.4	NC	B	B	C	B	NC	C	B	C	NC
P.5	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	C	NC
P.6	NC	C	C	B	B	C	C	C	C	C

Através do levantamento das analogias encontradas, concluímos que a utilização desse recurso didático é freqüente, mais ainda no tratamento de tópicos do eletromagnetismo, talvez porque não existem exemplares perceptíveis no cotidiano dos alunos relacionados ao mesmo e aparecem com freqüência menor em tópicos de Física Térmica. Nos livros que abordam o tema Mecânica, o uso de analogias é menos freqüente, talvez porque existem muitos exemplares perceptíveis no cotidiano dos alunos. As analogias muitas vezes não são claras na relação analógica pretendida, havendo apenas a comparação da estrutura de duas fórmulas. Além disso muitas dessas analogias estabelecem relações entre elementos que não são de todo equivalentes, sem fazer um comentário mais aprofundado deste fato.

Em relação à análise, segundo o modelo TWA, podemos observar que em alguns casos a analogia aparece como introdução do conceito a ser ensinado, sem fazer uma introdução do conceito alvo, ou seja o modelo a ser ensinado, como sugere o Passo 1 deste modelo. Parece existir uma preocupação por parte do autor em utilizar um análogo familiar ao estudante, conforme sugerido no Passo 2. Os passos 3 e 4 parecem serem contemplados na maioria das vezes, porém de forma bastante esquemática. Somente uma analogia contemplou o passo 5, que prevê a importância de se apontar os limites de validade da analogia utilizada e por fim não podemos perceber a existência de uma regularidade de utilização do Passo 6.

Referências Bibliográficas

1. ADROVER, J. F. ; DUARTE, A. (1995). *El Uso de analógias en la Enseñanza de las Ciencias*. Programa de Estudios Cognitivos, Instituto de Investigaciones Psicológicas, Facultad de Psicología. Universidad Buenos Aires.
2. GILBERT, S. (1989). An evaluation of the use of analogy, simile, and metaphor in science texts. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 26(4), 315-327.
3. GLYNN, S.; LAW, M.; GIBSON, N.; HAWKINS, C. Teaching science with analogies: a resource for teachers and textbooks authors. In: http://curry.edschool.virginia.edu/go/clic/nrc/scin_ir7.html
4. HARRISON, A.; TREAGUST, D. (1994). Analogies: avoid misconceptions with this systematic approach. In: *The Science Teacher*, s.v. 40-43.

PAINEL 13.7 - A UTILIZAÇÃO DE ANALOGIAS EM ARTIGOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA SOBRE FÍSICA MODERNA

Sam Felipo Garcez Folgerini¹; Eduardo Adolfo Terrazzan²; Lucillana de Moraes Silveira³;

Cristiane Coden Feltrin⁴ e Inês Prieto Schmid⁵

¹Bolsista de iniciação científica PROLICEN, NEC/CE, CCNE, UFSM, a9610861@alunog.ufsm.br

²Professor adjunto, CE, UFSM, eduterra@ce.ufsm.br

³Bolsista de mestrado CAPES, PPGE/CE.UFSM, a9760269@alunop.ufsm.br

⁴Bolsista de iniciação científica FAPERGS, NEC/CE, CCNE, UFSM, a9613102@alunog.ufsm.br

⁵Professora assistente, CCNE, UFSM, iprieto@ccne.ufsm.br

As analogias desempenham um importante papel na construção do conhecimento científico. A história da ciência mostra que são muitos os conceitos desenvolvidos a partir do raciocínio analógico. Podemos citar alguns exemplos, entre eles as analogias para o átomo: a analogia com o pudim de ameixas, devida a Thomson e a analogia com o sistema planetário, devida a Rutherford-Bohr.

Uma analogia pode ser pensada, de modo geral, como uma proposição da forma “A está para B assim como C está para D”. Segundo essa idéia, no modelo atômico planetário, desenvolvido por Rutherford-Bohr, o núcleo atômico está para o sol assim como os elétrons ao redor do núcleo estão para os planetas orbitando ao redor do sol. Para Cachapus (1989) o que está verdadeiramente em jogo não é o conhecimento real dos termos envolvidos na relação analógica, mas sim a função que cada termo desempenha nesta. Uma metáfora pode ser considerada como uma “analogia condensada”, já que a relação analógica não é feita explicitamente, mas apenas sugerida.

Em nosso trabalho procuramos avaliar a utilização das analogias em artigos de divulgação científica, especificamente em artigos que abordassem assuntos de física moderna. Nossa opção por artigos de divulgação está ligada ao fato de que por sua natureza e caráter, esses artigos não podem se utilizar de formulações matemáticas excessivas na apresentação de um determinado conceito, favorecendo, a utilização de analogias para a compreensão dos assuntos a que se referem.

A nossa opção pela temática da física moderna está ligada ao fato de que nesse assunto, não existem exemplares que permitam uma vivência direta em nível perceptivo com os conceitos abordados.

Para este trabalho, escolhemos quatro coleções de revistas de divulgação científica. Estas coleções e períodos consultados estão relacionados abaixo.

- Superinteressante, no período de Outubro de 1987 até maio de 1998
- Ciência Hoje, no período de Agosto de 1982 até Maio de 1998
- Globo Ciência, no período de Janeiro de 1991 até Maio de 1998
- Ciência Hoje das Crianças, no período de Dezembro de 1989 até Maio de 1998

Escolhidas as coleções, passamos a etapa do levantamento dos artigos que versavam sobre algum tópico de Física Moderna, ou ainda, sobre aplicações práticas dos conceitos, no âmbito desta temática.. Foram encontrados, então, um total de 90 (noventa). 38 (trinta e oito) se utilizavam de analogias como forma de apresentar algum tópico de Física Moderna. Nesses 38 (trinta e oito) artigos, foi encontrado um total de 73 analogias.

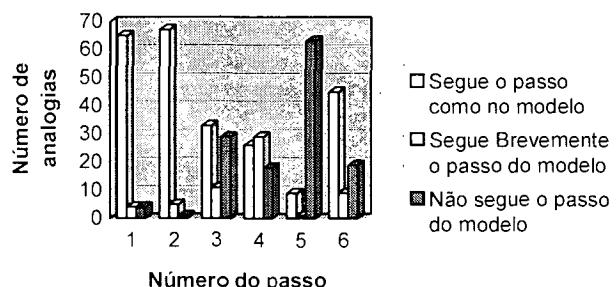
Apesar de textos de divulgação científica não terem um objetivo prioritariamente didático, entendemos que eles pretendem “ensinar algo”. Neste sentido, para análise das analogias encontradas nos textos, recorremos a um modelo de ensino baseado na utilização de analogias. Esse modelo, chama-se TWA e foi proposto por Shawn M. Glynn (1991), sendo posteriormente alterado por Harrison e Treagust (1994).

Este modelo sugere que uma estratégia de ensino que se utilize de analogias deve seguir 6 (seis) passos, os quais estão relacionados abaixo.

- Passo 1 - Introduzir o conceito alvo a ser aprendido;
Passos 2 - Sugerir o conceito análogo;
Passo 3 - Identificar as características relevantes do análogo;
Passo 4 - Mapear as similaridades entre o análogo e o alvo;
Passo 5 - Indicar onde a analogia falha;
Passo 6 - Esboçar conclusões sobre o conceito alvo.

Analisamos então as analogias encontradas a luz desse modelo e sintetizamos o resultado dessa análise é o gráfico de barras reproduzido abaixo

Análise das analogias segundo o modelo TWA



A partir desta análise podemos ainda estabelecer algumas conclusões sobre a utilização dessas analogias nos artigos considerados. Uma delas é a baixa freqüência com que as analogias aparecem nesses artigos, contrariando nossa expectativa inicial quanto a utilização da analogia nesse tipo de texto.

Outra conclusão, é de que muitos desses textos não fazem uma discussão mais profunda dos elementos que fazem parte da relação analógica. Isto significa que alguns elementos que não são equivalentes na relação de comparação entre as duas estruturas muitas vezes não são discutidos, abrindo assim a possibilidade de se fazerem transferências de características que não são comuns de um domínio para outro. Um exemplo característico disto ocorre no uso da analogia com o modelo planetário para explicar o modelo atômico de Rutherford-Bohr. Apesar desta analogia aparecer praticamente em todos os textos, a origem das forças nos dois modelos não é especificada na maioria dos casos.

Além disso, em textos diferentes tratando do mesmo assunto, as analogias utilizadas são praticamente as mesmas, sem haver assim, uma diversificação na utilização desse recurso.

Como perspectiva de continuidade desse trabalho, pretendemos selecionar algumas das analogias mais significativas e, utilizá-las na construção de um texto didático sobre Física Moderna, mais especificamente, sobre estrutura da matéria.

Bibliografia Básica

1. CACHAPUS, A. (1989). Linguagem metafórica e o ensino de ciências. In: Revista Portuguesa de Educação. **2**(3), 117-129.
2. GILBERT, S. (1989). An evaluation of the use of analogy, simile and metaphor in science texts. In: Journal of Research in Science Teaching. **26**(4), 315-327.
3. GLYNN, S.; LAW, M.; GIBSON, N.; HAWKINS, C. Teaching science with analogies: a resource for teachers and textbooks authors. In: http://curry.edschool.virginia.edu/go/clic/nrcc/scin_ir7.html
4. HARRISON, A.; TREAGUST, D. (1994). Analogies: avoid misconceptions with this systematic approach. In: The Science Teacher, s.v. 40-43.
5. KRAPAS, S. et. al. (1997). Modelo, terminologia e sentidos na literatuar de pesquisa em ensino de ciências. Encontro linguagem, cultura e cognição:Reflexões para o ensino de ciências. PUC/Rio.
6. LAWSON, A. (1993). The importance of analogy: A prelude to the special issue. In: Journal of Research in Science Teaching. **30**(10), 1213-1214.

PAINEL 13.8 - INVESTIGAÇÃO DE CONTEÚDOS DE ELETROMAGNETISMO SIGNIFICATIVOS, À FORMAÇÃO À CIDADANIA E AO TRABALHO DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Adriana Chinotti Aguiarⁱ e Maria Inês Nobre Ota^j

ⁱSEED/PR- Col. Est. Unidade Polo/Ibiporã, e-mail: chinotti@hotmail.com

^jDepto. De Física/UFL, e-mail: inesota@fisica.ufl.br

A investigação iniciou-se com um questionário dirigido a estudantes do 3º ano do ensino médio, no qual constavam as seguintes questões:

- 1) Como é, na sua opinião, o processo de produção de uma onda de rádio ?
- 2) De que maneira uma onda produzida numa emissora de rádio da cidade vizinha chega até os rádios de nossa cidade ?
- 3) Você sabe que basta girar o botão de sintonia do rádio que poderá ouvir outra estação, desde que seja sintonizada. O que é sintonia ? Qual(is) seria(m) o(s) princípio(s) físico(s) que a explicam?
- 4) E a televisão, como você acha que são produzidos e receptados os sinais de sons e imagens que ouvimos e vemos todos os dias em nossos aparelhos?

5) De que tipo é a onda que transporta o sinal de rádio?

6) E a onda que transporta as imagens da televisão, qual é o seu tipo?

Como resultados obtivemos as seguintes respostas dos estudantes questionados:

Questão número 1

- . 50% - não tinham nenhum conhecimento sobre o assunto.
- . 18% - a onda de rádio é emitida pelas torres e antenas.
- . 14% - a onda de rádio é produzida por um aparelho de transmissão.
- . 12% - a onda de rádio se propaga por massas de ar.
- . 6% - por uma onda de transmissão que emite freqüência.

Questão número 2

- . 20% - não tinham nenhum conhecimento sobre o assunto.
- . 20% - é através de uma torre.
- . 20% - é através de transmissores.
- . 13% - é através de propagação eletromagnética.
- . 7% - é através de 3 coisas: por onda "magnética", sintonia e freqüência.
- . 7% - é através somente de sintonia.
- . 7% - é através de massas de ar.
- . 6% - é através de antenas.

Questão número 3

- . 76% - não tinham nenhum conhecimento sobre o assunto.
- . 8% - é a captação da onda.
- . 8% - é a intensidade da onda.
- . 8% - é estar na mesma freqüência.

Questão número 4

- . 63% - não tinham nenhum conhecimento sobre o assunto
- . 31% - é por satélites e antenas.
- . 6% - acham que existe um transmissor de sinais.

Questão número 5

- . 56% - onda sonora.
- . 19% - não sabiam.
- . 13% - ondas mega hertz.
- . 6% - ondas médias e curtas.
- . 6% - ondas eletromagnéticas.

Questão número 6

- . 54% - não sabiam.
- . 20% - eletromagnética
- . 13% - ondas visuais.
- . 13% - ondas médias.

Após análise das respostas, foi proposto aos estudantes a montagem em sala de aula de um transmissor de pequeno alcance, para que a partir de sua montagem pudéssemos aos poucos estudar todo o processo de geração, transmissão e recepção de sinais eletromagnéticos. O transmissor que está sendo montado é um de alcance máximo de 200 metros, cujos sinais podem ser recebidos em quaisquer aparelhos de som ou rádios que sintonizem a faixa de FM. O diagrama 1 da figura abaixo refere-se ao transmissor que está sendo montado e a figura 2 representa a disposição dos componentes numa placa de circuito impresso.

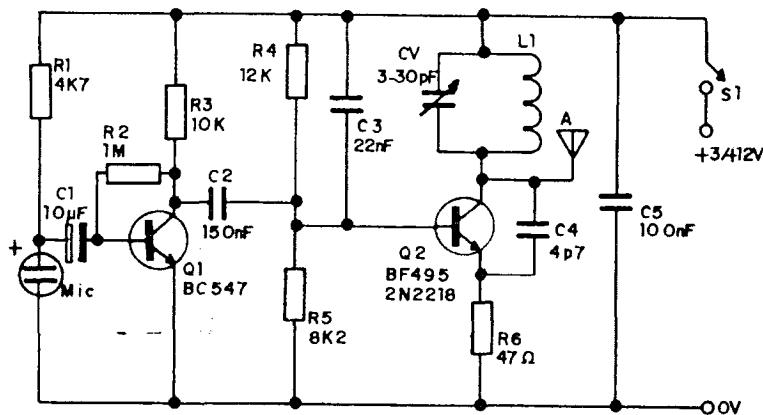


Figura 1:Diagrama completo do transmissor

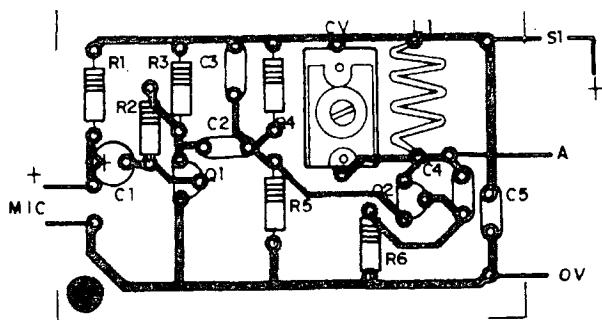


Figura 2: Disposição dos componentes em placa de circuito impresso

Durante a montagem os estudantes podem ter contato com os componentes eletrônicos, que em sua maioria, eles apenas conhecem os nomes. Muitas dúvidas também estão surgindo quanto ao funcionamento de cada componente. Para nortear o raciocínio as principais etapas do processo de geração, transmissão e recepção de sinais eletromagnéticos serão estudadas conforme indicamos a seguir:

- produção do som (voz humana, música, apito, etc.);
- captação do som (microfone)
- transformação da onda sonora em corrente elétrica (microfone)
- geração da onda eletromagnética portadora(transmissor)
- propagação da onda eletromagnética pelo espaço (antena)
- recepção da onda eletromagnética (circuito oscilante do receptor - sintonia)

Dentro de cada um desses itens será estudada a fenomenologia específica de seus componentes e do conjunto. Os estudantes estão fazendo pesquisa extra-classe em revistas de eletrônica, visando encontrar esclarecimentos sobre o funcionamento dos transmissores, e ao final as informações úteis serão adicionadas às informações dadas no decorrer da explanação teórica. No decorrer das explanações o transmissor será usado para explicar o fenômeno descrito, utilizando-se muitas vezes medidores de corrente, tensão e resistência para que os estudantes possam compreender melhor o que está acontecendo no circuito.

Ao final desta atividade os estudantes responderão o mesmo questionário do início do levantamento e cuja análise será apresentada durante o Simpósio. Além do caráter significativo para o ensino de física este trabalho também está proporcionando discussão sobre os meios de comunicação social, sobre questões relacionadas à função social do rádio e da televisão e está proporcionando debate entre os estudantes sobre os prós e os contras destes meios de comunicação.

PAINEL 13.9 - MUDANÇA CONCEITUAL: UMA EXPLICAÇÃO INSUFICIENTE

Alcina Maria Testa Braz da Silva
 Centro Universitário Augusto Motta/SUAM
 Departamento de Engenharia
 E-mail: suam@antares.com.br

O centro das investigações sobre o problema da ineficiência do ensino de Física nas escolas tem sido a constatação de que pessoas que receberam educação científica formalizada, e que são consideradas escolarizadas, mantêm concepções pré-científicas. Dessa constatação surgiram numerosos trabalhos procurando inicialmente determinar o conteúdo dessas concepções pré-científicas e as razões pelas quais são mantidas, tendo por pressuposto que aquela permanência se deve à educação escolar prévia que não as alterou ou as substituiu pelas concepções científicas.

Essa vertente da investigação originou-se nos trabalhos seminais e independentes, de Driver e Easley (1978) e de Viennot (1979). Essas e outras pesquisas aparecem sob a rubrica *mudança conceitual* e têm, pelo menos, um ponto em comum: é necessário ultrapassar, de alguma maneira, as *concepções prévias* para que os estudantes apresentem ou desenvolvam as concepções próprias da *ciência física*. No entanto, as propostas dos diversos autores têm sido muito diferentes quanto ao caráter da mudança pretendida, bem como em relação às estratégias a serem adotadas para alcançá-la: substituição ou reorganização desses *conceitos prévios*?

Além disso o enfoque nos aspectos de conteúdo dessas *idéias prévias* ou no contexto de suas aplicações tem por centro de interesse a ênfase nas concepções dos estudantes, negligenciando, ou até mesmo ignorando, as possíveis concepções trazidas pelos professores para uma situação de ensino-aprendizagem do conhecimento científico.

Acrescenta-se ainda que apesar das pesquisas se voltarem para uma busca de padrões ou tendências gerais dessas noções prévias, com vistas a identificar algum compartilhamento na interpretação dos fenômenos (Gomes, 1996), as explicações para a permanência das mesmas são atomísticas, no sentido de deixar de compreender que aquelas concepções são constituídas em um processo social, particularmente nas escolas.

Uma investigação teórica das principais correntes que tematizam a *mudança conceitual* requer uma crítica que envolva essas questões. Esta constitui-se em objeto do presente trabalho.

Introdução

O interesse pelas investigações sobre o tema da *mudança conceitual* gerou diversas interpretações que podem ser encontradas na literatura corrente. Uma análise das várias pesquisas neste campo permite evidenciar duas posições epistemológicas distintas: (1) a de ruptura e (2) a de continuidade do conhecimento. Os demarcadores dessas posições estão, muitas vezes, encobertos por uma ênfase em uma visão construtiva de ciência assumida por todos os pesquisadores da área. Os pontos de distinção apresentam-se, entretanto, refletidos no papel delegado ao conhecimento trazido pelo estudante para a aprendizagem do conhecimento científico.

Os pólos de oscilação epistemológica

As tendências dominantes na literatura dão à expressão *mudança conceitual* o significado tanto de transformação, quanto de substituição das *concepções prévias*. Essas significações conduzem à estratégias diversas para auxiliar o estudante no processo de aquisição dos conhecimentos científicos. Os pressupostos epistemológicos de cada pólo da oscilação envolvem *continuidade* ou *ruptura* entre os conhecimentos informais ou espontâneos e os formais ou científicos.

Em relação a essa discussão podemos dizer que os estudiosos que se apóiam na *epistemologia rupturista*, posição quase consensual na área, tendem a propor a substituição do conhecimento espontâneo do estudante pelo conhecimento científico, tratando como central as questões referentes às *concepções resistentes* que devem ser confrontadas de maneira a se promover a *mudança por substituição* das idéias alternativas (Posner *et al.*, 1982a, 1982b, 1992; Hewson e Hewson, 1983, 1988).

Face a esta posição erguem-se aqueles que defendem uma *epistemologia construtiva* (diSessa, 1982, 1983, 1985, 1988, 1993 e Smith *et al.*, 1993), baseada no refinamento e na reorganização do conhecimento. Esses mesmos autores sustentam que as proposições apresentadas como de domínio comum na pesquisa em *concepções alternativas* são, em sua maioria, inconsistentes com uma posição construtiva, visto que, por um lado, assumem a existência de *concepções prévias* e, por outro, a partir delas, nada constróem, pelo contrário, rejeitam-nas em substituição ao novo conhecimento.

O fantasma do empirismo

O método de substituição das *concepções alternativas* se institui auto-suficiente e único para promover a *mudança conceitual* propriamente dita, em seu sentido de *troca*, e deste modo levar cada estudante ao domínio do conhecimento do especialista. No momento que as condições consideradas necessárias e suficientes para ocorrer a mudança forem satisfeitas, esta deverá ocorrer - modelo PSHG. Caso contrário, o estudante permanecerá com suas *concepções alternativas*, ou, na melhor das hipóteses, se estabelece uma coexistência entre estas e o conhecimento científico. Tendo por imperativo prático que a ação educativa deve produzir aprendizagem e, como tais concepções representam um conhecimento errôneo que é uma forma inferior ao conhecimento que se almeja alcançar, urge que se faça a mudança desses conceitos.

O papel do professor ganha destaque acentuado nesta transição, visto que é ele quem deve identificar as diversas *concepções prévias* trazidas pelos estudantes, provocar a confrontação entre essas intuições e o conceito formal, e garantir o cumprimento das condições de contorno determinantes da mudança, enquanto que o estudante, na verdade, aguarda que o processo de ensino se complete satisfatoriamente, o que também será avaliado pelo professor, tendo por medida o que o estudante adquiriu. A ênfase, portanto, em um envolvimento ativo dos estudantes na implementação da mudança de suas *idéias prévias* (Posner *et al.*, 1982a, 1982b, 1992), fica por conta de uma desejada conscientização daqueles, o que os levaria a escolher o conceito científico. Esta escolha, guiada por uma estratégia de confrontação, resultaria na pretendida substituição, ou seja, na limpeza de suas mentes das *pré-concepções errôneas* e sua purificação com a *concepção correta*.

Portanto não é aberração alguma afirmar que esta posição é análoga a de Francis Bacon, e apresenta deficiências teóricas e empíricas que a aproximam das propostas de Comenio, além de ter, com ele, outra identidade: a tentativa de construção de uma *Didática Magna*. Essas aproximações começam e terminam em um mesmo ponto: a substituição dos erros cognitivos que são mantidos pelos indivíduos/estudantes como sendo o único meio eficaz de produzir a *mudança conceitual*.

Uma crítica das tendências

Toda a discussão relativa as *concepções alternativas* e *mudança conceitual* acaba por preocupar-se mais com a necessidade de se produzir a aprendizagem do estudante, ou seja, o imperativo prático do ensinar, do que com as nuances envolvidas no processo de ensino-aprendizagem. Outro aspecto que caracteriza a maior parte dessas pesquisas diz respeito a ênfase no conteúdo ou no contexto de aplicação, ambos considerados em relação ao conhecimento prévio do estudante, enquanto que o contexto social e afetivo onde se desenvolvem as interações educativas e a possibilidade de que *concepções pré-científicas* sejam mantidas pelos professores não consistem em parâmetros contemplados..

O erro, enquanto algo inerente ao se definir o campo de estudos das *concepções alternativas*, mais apropriadamente denominadas de *misconceptions*, para ressaltar esse cunho errôneo (Smith *et al.*, 1993), também consiste em um ponto comum a maioria dos trabalhos levantados na literatura e, ao mesmo tempo, polêmico. Outra questão que provoca controvérsias relaciona-se com a resistência das *misconceptions* frente às concepções *corretas* que devem ser aprendidas. As pesquisas relativas a esse assunto tratam o problema da permanência dessas concepções de forma individual, ou seja, procuram explicações centradas no próprio indivíduo através das propriedades de seu *raciocínio intuitivo* ou da função que este raciocínio desempenha ao lidar com o meio em que este interage. Mesmo no caso em que se vincula fatores externos, tais como aqueles aventados por Smith *et al.* (1993) referentes à forte sustentação experimental ou a falta de concepções plausíveis, o que se percebe são justificativas voltadas para a esfera do próprio conhecimento científico. Entretanto a necessidade, enfatizada pelos autores, de se tratar essas *ídias prévias* como elementos de um sistema mais complexo de conhecimento permite apresentar as seguintes questões: (i) O seria este sistema? (ii) Qual o seu domínio?

Em direção a outros caminhos

As respostas podem ser procuradas mudando o enfoque de investigação de maneira a se buscar compreender as *concepções prévias* como parte de um processo socialmente construído, ou seja, representações produzidas com vistas a fazer frente a um objeto de interesse - uma teoria ou um conceito - com qual os atores sociais - indivíduo ou grupo, no caso tanto *estudantes* quanto *professores* - interagem a partir de suas práticas sociais. Essas representações tomam o lugar do objeto conferindo-lhe significações. Dessa maneira, o novo conceito é assimilado a uma rede anterior de significações que lhe dá sentido. Esse sentido encontra-se tanto na origem quanto na permanência dessas concepções/representações determinando o próprio processo pedagógico.(Silva,1998).

Referências Bibliográficas

1. BACON, F. *Os Pensadores*. Trad. por José Aluysio Reis de Andrade. São Paulo: Abril Cultural, 1979.
2. COMENIO, J. A. *Didactica Magna*: tratado da arte universal de ensinar tudo a todos. Lisboa: Fundação Calreste Gulbenkian, 1966.
3. dISESSA, Andrea A. Unlearning aristotelian Physics: a study of knowledge-based learning. *Cognitive Science*, 1982, 6: 37- 75.
4. ———. Phenomenology and the evolution of intuition. In GENTNER, D. & STEVENS, A. L. (Eds.): *Mental Models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., p. 49-70, 1983.
5. ———. Learning about knowing. In KLEIN, E. L. (Ed.): *Children and Computers. New directions for child development*, nº28. São Francisco: Jossey-Bass, p. 97-125, 1985.
6. ———. Knowledge in pieces. In FORMAN, G. & PUFALL, P. (Eds.): *Constructivism in the Computer age*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., p. 49-70, 1988.
7. ———. Toward an epistemology of Physics. *Cognition and Instruction*, vol. 10, p. 105-225., 1993.
8. DRIVER, R. e EASLEY, J. Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, vol. 5, p. 61- 84, 1978.
9. GOMES, F. R. S. *A Hipermídia no ensino de Física facilitando a construção de conceitos de Mecânica básica*. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: Faculdade de Educação, Pontifícia Universidade Católica, 1996.
10. HEWSON, Mariana G. e HEWSON, Peter W. Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 20, nº 8, p. 731-743, 1983.
11. HEWSON, Peter W. e HEWSON, Mariana G. An appropriate conception of teaching science: a view from studies of science learning. *Science Education*, vol. 72, nº 5, p. 597-614, 1988.
12. POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W. e GERZOG, W. A. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, vol. 66, nº 2, p. 221-227, 1982a.
13. POSNER, George J. e STRIKE, Kenneth A. Conceptual change and science teaching. *European Journal of Science Education*, vol. 4, nº 3, p. 231-240, 1982b.
14. ———. A revisionist theory of conceptual change. In DUSCHL, R. A. e HAMILTON, R. J. (Eds.): *Philosophy of science, Cognitive Psychology and educational Theory and Practice*. NY: State University of New York Press, p. 147-176, 1992.
15. SMITH, John P. III; dISESSA, Andrea A. e ROSCHELLE, J. Misconceptions reconceived: a constructivist analysis of knowledge in transition. *The Journal of the Learning Sciences*, vol. 3, nº 2, p. 115-163, 1993/1994.
16. SILVA, A.M.T. B. *Representações sociais: uma contraproposta ao estudo das concepções alternativas no ensino de Física*. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998.
17. VIENNOT, L. Spontaneous reasoning in elementary Dynamics. *Journal of Science Education*, vol. 1, p. 205-221, 1979.

PAINEL 13.10 - ESTUDO DA CAPACIDADE DE RACIOCINIO DOS ALUNOS DA UNIVERSIDADE

Ivan Pereira Leitão

Doutorando da Universidad Complutense de Madrid - Espanha
Governo do Estado de Pernambuco
rosario@hotlink.com.br

Este trabalho apresenta os resultados obtidos através de um instrumento de avaliação aplicado nos estudantes do ciclo básico da Escola Politecnica da Universidade de Pernambuco. Através deste trabalho procuramos conhecer, de modo sistemático, as habilidades cognitivas de raciocínio lógico baseado na categorização desenvolvida por Piaget. Este instrumento de avaliação, denominado de Teste de Longeot, foi desenvolvido por F. Longeot (Longeot, 1965) que trabalhando com estudantes pré-universitários queria conhecer as capacidades de raciocínio e habilidades cognitivas dos mesmos. Tomando por base a categorização de Piaget, apresentada nos Estudos do Desenvolvimento do Raciocínio, os estudantes do ciclo universitário estão no último nível de sua estrutura de raciocínio.

Nos últimos anos, o processo de ensino e aprendizagem dos diversos níveis escolares, e também no nível universitário tem sido tema de estudos. Isto está de certa forma demonstrado pelas muitas pesquisas desenvolvidas, que se pode constatar na literatura, principalmente na enorme quantidade de publicações existentes.

Deste modo, queremos apresentar aqui através deste trabalho o resultado da aplicação de um pequeno instrumento de avaliação feito com os alunos do ciclo básico do curso de engenharia da Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco, com o objetivo de se conhecer um pouco “o lugar que os alunos se encontram” (Pérez, 1988).

O instrumento de avaliação aqui aplicado se denomina de Teste de Longeot, o qual selecionamos pelas seguintes razões:

- Por ter sido desenvolvido para se conhecer de forma mais real possível os estadios do raciocínio lógico estudados por Piaget.
- Emprega muitos itens para medir capacidades formais.
- É de fácil aplicação.

A validade deste teste foi estabelecida por Longeot (Ruperez, 1986), aplicando-o em estudantes de diferentes níveis educacionais, com o intuito de sintetizar a psicología genética com a psicología diferencial, tomando como ponto de partida que “o bom diagnóstico das funções cognoscitivas debe estar baseadas no conhecimento dos mecanismos operantes que utiliza o sujeto” (Novak, 1997, p 116). A partir de então, diferentes pesquisadores em todo o mundo tem aplicado o mesmo sempre com a intenção de se conhecer a capacidade de raciocínio e as habilidades cognitivas dos estudantes, nos diferentes níveis escolares e principalmente entre os pré-universitários e recem ingressados no curso universitário.

A amostra em que foi aplicado este teste está composta de 350 alunos, dos quatro primeiros períodos acadêmicos do curso de Engenharia, nas especialidades de Civil, Elétrica e Mecânica.

O teste de Longeot está dividido em quatro subtestes que procuram medir aspectos característicos do raciocínio denominado de formal, pela nomenclatura dado por Piaget, e está composto pelos seguintes itens: Anagramas, Combinatoria, Lógica das Proposições e Probabilidades das proporções. (Bart, 1972). Em cada um dos subtestes, segundo F. Longeot, aparecem tópicos que requerem unicamente raciocínio concreto, e outros que necessitam raciocínio operatório para sua realização. A classificação de concreto, transição e formal, se pode aplicar as pontuações obtidas pelos indivíduos no teste. A partir dos resultados obtidos nos testes podemos ter as seguintes possibilidades (Ruperez, 1991):

- Se classifica um sujeito como formal (formal consolidado) quando actúa como tal pelo menos tres das quatro provas do teste de Longeot.
- Se classifica um sujeito como concreto quando actúa como tal em ao menos, tres das quatro provas do referido teste.
- Se classifica um sujeito como transição quando não pode ser incluido em nenhuma das categorias anteriores.

Resultados e Conclusão.

Os resultados encontrados nos mostra a necessidade de se trabalhar ajudando os estudantes em desenvolver de um raciocínio lógico que facilite seu processo de aprendizagem, principalmente nos cursos da área tecnológica.

BIBLIOGRAFIA

1. Ahlawat, Kapur S. e Billeh, Victor Y. The factor structure of the test: A measure of logical thinking. *Journal of Research in Science Teaching*. Vol. 19, N° 8. pp 647-658 (1982).

2. Bart, W.M. The factor structure of formal operations. *British Journal of Educational Psychology*, 41, 70-79. 1971.
3. Beard, Ruth. *Pedagogía y didáctica de la enseñanza universitaria*. Barcelona. Oikos-tau, s.a., 1974.
4. Karplus, Robert. Science teaching and the development of reasoning. *Journal of research in science teaching*. Vol. 14. Nº 2, pp 169-175 (1977).
5. Landazabal, Mª. Carmen P. e outros. *Iniciacion a la Física en el marco de la teoría constructivista..* Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia : C.I.D.E., 1993.
6. Novak, Joseph D. *Teoría y práctica de la educación*. Madrid. Alianza Universitaria, 1997.
7. Pérez, Miguel Fernández. *La profesionalización del Docente*. Madrid. Editorial escuela Española, S.A. 1988.
8. _____ Modelos conceptuales de las ciencias humanas y su aplicación a las ciencias de la educación. In *Epistemología y educación*. Salamanca. Ediciones Sigueme, 1978.
9. Ruperez, F. Lopez. *Organización del conocimiento y resolución de problemas en física*. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia : C.I.D.E., 1991.
10. _____ Estilo cognitivo y pensamento formal. Análisis de la influencia de la dimensión dependencia-independencia de campo en el razonamiento formal a través del formato de prueba. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia : C.I.D.E., 1986

PAINEL 13.11 - FÍSICA ESCOLAR E PROCESSO PRODUTIVO: INVESTIGANDO AS POSSÍVEIS CONEXÕES*

*GARCIA, Nilson Marcos Dias
CEFET/PR-PPGTE/DAFIS
Avenida 7 de setembro, 3165. CEP 80230-901, Curitiba/PR.
E-mail: ngarcia @ ppgte.cefetpr.br*

1 Introdução

O presente trabalho relata uma investigação que está se desenvolvendo na continuidade de um outro trabalho de pesquisa (Garcia, 1995), realizado junto às escolas da rede federal de ensino técnico industrial. Naquela ocasião, foi elaborada uma caracterização tanto do conteúdo escolar ministrado como das condições humanas e materiais com que a Física era ensinada nas escolas daquela rede.

Naquele momento, dentre algumas observações, pudemos verificar que a Física ensinada nas escolas técnicas federais era semelhante à do segundo grau não técnico e que havia pouca articulação entre os conteúdos de formação geral e os de formação profissional.

Por termos constatado que os conteúdos de Física propostos, mesmo sendo escolas com forte preocupação tecnológica e profissional, estabeleciam pouca relação com o mundo do trabalho e mesmo com as disciplinas profissionalizantes e por entendermos que a Física, enquanto ciência, tem grande participação e responsabilidade no desenvolvimento tecnológico, vislumbramos, ao final daquele trabalho, a possibilidade de realizar uma investigação que tivesse como objetivo identificar a Física envolvida nos processos produtivos industriais e a relação destes conhecimentos com o conhecimento escolar desta disciplina.

2 Justificativa

A preocupação com a sempre presente dicotomia entre o saber teórico e o prático na escola de ensino médio ocupou e ainda tem ocupado um significativo espaço no debate a respeito desse nível de ensino (Zibas, 1992; Kuenzer, 1992a e 1992b, Machado, 1989). Entretanto, ao mesmo tempo em que estas discussões estavam sendo levadas a efeito com mais intensidade, principalmente a partir do final da década de 70, mudanças significativas no processo produtivo industrial estavam também a se processar, decorrentes do desenvolvimento de novas tecnologias fortemente calcadas em bases científicas e na informática.

Concordando com Kuenzer (1986, p. 191) para quem "toda e qualquer educação é educação para o trabalho, e contém uma dimensão intelectual, teórica, e outra instrumental, prática, na medida em que ela interfere de algum modo nas formas de interação com a natureza, com os outros homens e consigo mesmo", começamos a nos preocupar com o papel desempenhado pela Física escolar na formação dos alunos do ensino médio de uma maneira geral, tendo em vista a sua futura vida profissional, principalmente pelo fato de que as Escolas Técnicas, estudadas no trabalho anterior, estavam a modificar seus objetivos em função das novas legislações de ensino.

Começamos então, a refletir a respeito da pertinência e necessidade de reorganização da escola e de seus componentes curriculares, principalmente no tocante à Física, por desempenhar um significativo papel num processo industrial que se utiliza das chamadas novas tecnologias de produção, baseadas na microeletrônica, na informática e nos novos materiais.

Dessa forma, procurando investigar a participação da Física escolar na formação dos alunos, futuros profissionais, é que nos propusemos a desenvolver esta pesquisa.

3 A investigação e seus procedimentos

A partir destas proposições e do desafio anteriormente proposto, houve uma opção pelo segmento industrial de produção e organizou-se a presente pesquisa, que está procurando identificar os princípios básicos das ciências, em especial os da Física, presentes nos processos produtivos de empresas de Curitiba que utilizam procedimentos eletromecânicos em suas fábricas e que recentemente incorporaram novas tecnologias de produção e gerência em seu parque industrial.

Os dados foram obtidos através dos seguintes procedimentos:

- a) entrevistas semi-estruturadas com os responsáveis pelo Serviço de Recrutamento ou de Recursos Humanos, visando identificar os requisitos de ordem comportamental e de conhecimento solicitados para as funções que exigem escolaridade em nível técnico e/ou superior;
- b) observações, na linha de produção, das tarefas executadas e das máquinas utilizadas para, com o auxílio de seus operadores ou responsáveis, procurar detectar as situações que requerem conhecimentos específicos de Física, assim como tais conhecimentos;
- c) entrevistas semi-estruturadas com os responsáveis pelos setores de produção de cada uma das empresas e com os funcionários que desempenham função na produção e para cuja contratação foi requerida a escolarização de 2º ou 3º graus, buscando identificar os conteúdos de Física escolar aos quais tiveram acesso em sua formação e que são julgados necessários ao desempenho de suas funções;
- d) entrevistas semi-estruturadas com dirigentes ou funcionários que tenham sido alunos de escolas técnicas, com o intuito de, na qualidade de egressos, indicar a contribuição de sua escolarização em Física numa escola profissionalizante para o desempenho de sua função na fábrica.

4 Estado atual da pesquisa e resultados preliminares

Atualmente o trabalho se encontra em fase de análise final dos dados e das entrevistas realizadas, tendo em vista a elaboração de um relatório preliminar de pesquisa. Pelo fato de envolver uma quantidade significativa de sujeitos, o trabalho de campo se desenvolveu de maneira bastante dinâmica, na qual as informações obtidas num momento permitiram alimentar novas hipóteses e suposições e interferiram na continuidade do processo de coleta de dados. Sendo assim, no decorrer do processo, foram feitas análises preliminares de forma contínua, de modo que as informações e conclusões obtidas, puderam ser gradativamente incorporadas às novas análises.

Como referencial teórico para essas análises, tem-se consultado autores preocupados com o estudo dos impactos das novas tecnologias de gestão e produção sobre a formação escolar dos trabalhadores assim como autores que estejam envolvidos com propostas de reorganização curricular em função das demandas oriundas da atual legislação brasileira de ensino.

Estando a pesquisa em curso, ainda não temos resultados conclusivos, mas ao final da investigação, é pretendido identificar tanto os conteúdos da Física escolar presentes no processo industrial como também obter indicações da função que eles desempenham num contexto mais amplo.

Pretende-se, a partir da identificação dos conhecimentos escolares de Física presentes neste segmento industrial investigado – quem sabe como um modelo de investigação a ser realizada em outros segmentos produtivos - verificar se os mesmos são aqueles tradicionalmente ensinados na escola de ensino médio, ou se são conhecimentos trazidos pelas mudanças tecnológicas e que, por sua importância e atualidade, devam se transformar em conhecimentos escolares, compondo outras formas de organização curricular de Física.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Lei 9394/96 – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.
2. BRASIL. MEC. CNE. Parecer CEB nº 15/98, de 01/06/98
3. BRASIL. MEC. CNE. Resolução CEB nº 3, de 26/06/98
4. BRASIL. MEC. SEMTEC. Considerações sobre a Área de Ciência e suas Tecnologias.
5. DELORS, Jacques (relator). Educação: um tesouro a descobrir. Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o século XXI. São Paulo : Cortez; Brasília, DF : MEC : UNESCO, 1998.
6. FOUREZ, Gérard. A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo : UNESP, 1995.
7. GARCIA, Nilson M. D. A Física no ensino técnico industrial federal: um retrato em formato A4. Dissertação de mestrado, IF-FE/USP, 1995.
8. KUENZER, Acácia Z. Pedagogia da fábrica: as relações de produção e a educação do trabalhador. São Paulo : Cortez : Autores Associados, 1986.
9. _____. A questão do ensino médio no Brasil: a difícil superação da dualidade estrutural, in Trabalho e Educação (Coletânea CBE). Campinas, SP: Papirus; Cedes; São Paulo: Ande: Anped, 1992a.
10. _____. Ensino de 2º Grau:- O trabalho como princípio educativo, 2. ed. São Paulo: Cortez, 1992b.
11. _____. Projeto de Pesquisa - impacto das inovações tecnológicas sobre a educação do trabalhador em indústrias que usam procedimentos eletromecânicos em Curitiba. Curitiba : UFPR/SENAI-PR, 1996, mimeo
12. MACHADO, Lucília R. de Souza. Politecnia, escola unitária e trabalho. São Paulo, Cortez, 1989.

13. _____. Mudanças na ciência e na tecnologia e a formação geral em face da democratização da escola. in Trabalho, qualificação e politecnia. Campinas, SP : Papirus, 1996.
14. UTGES, Graciela et al. Física y tecnología, una integración posible. Caderno Catarinense de Ensino de Física. v. 13, n.2 : p. 108-120, ago 96.
15. ZIBAS, Dagmar L. Ser ou não ser: o debate sobre o ensino médio. Cadernos de Pesquisa. São Paulo: Cortez/Fundação Carlos Chagas, n. 80, p. 56-61, 1992.

PAINEL 14.1 - DAS ESTRELAS DE GALILEU ÀS LUAS DE JÚPITER

Paulo Henrique Colonese¹, Paulo de Faria Borges² e Dora Soraia Kindel³

¹Espaço Museu da Vida (EMV) FIOCRUZ – prince@fioruz.br

²Espaço Museu da Vida (EMV) FIOCRUZ e CEFET-RJ – pborges@mail.cefet-rj.br

³Espaço Museu da Vida (EMV) FIOCRUZ – iloni@dec001.ciet.fioruz.br

HISTÓRICO

A oficina “Das Estrélas de Galileu às Luas de Júpiter” se estabeleceu a partir de 3 experiências inspiradoras e unificadoras do tema “As Luas de Júpiter”: A peça “O Mensageiro da Estrélas” uma adaptação da vida de Galileu para crianças, jovens e adultos apresentada no espaço Ciência em Cena do EMV [1], o trabalho desenvolvido com crianças de 3^a e 4^a séries na escola EDEM no Rio de Janeiro sobre os conceitos de espaço e tempo e suas relações com os movimentos celestes nos anos 1994/1996 [2], e a integração destas atividades dentro do mini-curso “Ciência e História através de diferentes Linguagens” oferecido pelo Centro de Educação em Ciência do EMV durante os anos 1997/1998 [3]. A partir destas 3 experiências foi então elaborada a oficina “Das Estrélas de Galileu às Luas de Júpiter” que é parte integrante do mini-curso já mencionado.

Nesta integração, a peça O Mensageiro da Estrélas é apresentada antes da realização da oficina e é sua motivação. No entanto, a oficina tem vida própria e pode ser apresentada de forma independente.

OBJETIVOS:

- 1 – Vivenciar o processo de descoberta das Luas de Júpiter por Galileu Galilei, em 1609, através da interpretação das imagens do sistema de Júpiter obtidas com o telescópio ótico, conforme os registros de Galileu, enquanto um processo de construção de conhecimento;
- 2 – Discutir o método de Galileu enfatizando que a análise dos dados obtidos e sua interpretação podem ser tão ou mais importantes que os recursos materiais disponíveis para realizar as medições;
- 3 – Apresentar a avaliação da realização desta oficina, com diferentes públicos, nos anos 1997/1998, no EMV.

DESCRIÇÃO DA OFICINA:

Esta oficina se inicia com uma provocação sobre as diversas maneiras de olhar de cada época da história humana. No tempo de Galileu a lua era a “lua cheia habitada por São Jorge e o Dragão”, quando Galileu aponta o telescópio para a lua, olhar muda e a lua também. A primeira consequência é uma aproximação entre o céu e a Terra, o Céu se tornando compreensível. Ao apontar o telescópio para outras regiões do céu Galileu muda o olhar sobre os corpos celestes, inclusive observando corpos que não podiam ser vistos sem o telescópio, ou que não deveriam existir segundo as crenças da época.

Na seqüência nós mostramos 2 imagens da lua da terra, a primeira da lua cheia e a segunda uma fotografia mostrando as crateras e as pedras da superfície. Em seguida apresentamos uma seqüência de imagens das luas de Júpiter obtidas por Galileu com seu telescópio ótico [4]. Estas imagens representam uma seqüência escolhida de noites de forma que sua análise conduz aos valores de período orbital estimados por Galileu. Durante a apresentação desta seqüência os participantes anotam em um modelo do sistema de Júpiter, a mudança de posição das luas com o tempo. Esta representação gráfica, equivalente a de Galileu, será usada por eles para reproduzir as conclusões do mestre.

Neste ponto, convidamos os participantes a discutir as escalas de tamanho envolvidas através da confecção em isopor ou de forma gráfica do sistema de Júpiter e do Sol e Terra em relação ao sistema de Júpiter, em escala proporcional.

Após esta seqüência, mostramos um conjunto de imagens do Cosmos obtidas das mais variadas maneiras e discutimos a sofisticação do olhar que agora é capaz de ver das crateras da lua até o mais distante quasar, nas fronteiras do universo conhecido.

TEMPO DE DURAÇÃO E RECURSOS NECESSÁRIOS:

4 horas, em duas seções de 2 horas (ideal).

1 PROJETOR DE SLIDES

1 RETROPROJETOR

TELA DE PROJEÇÃO

REFERÊNCIAS:

1 – O Mensageiro das Estrélas – A História de Galileu Galilei para crianças.

Ronaldo Nogueira da Gama – 1996

2 – Escola Dinâmica de Ensino Moderno – Coordenação de Ciências de Ensino Elementar sob a responsabilidade do Prof. Paulo Henrique Colonese.

3 – Ciência e História através de diferentes Linguagens – Mini-Curso oferecido pelo Centro de Educação em Ciência do EMV – Casa de Oswaldo Cruz – FIOCRUZ sob a coordenação da Prof. Anna Maria Bianchini Baeta.

4 – Galileu Galilei, Sidereus Nuncius - 1610 Versão inglesa da Dover Inc.

PAINEL 14.2 – I OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA

João Batista Garcia Canalle¹ e Daniel Fonseca Lavouras²

¹Instituto de Física – UERJ – canalle@uerj.br

²Sistema Titular de Ensino – Belém – lavouras.dl@pg.com

Neste artigo descreveremos a realização e os resultados da I Olimpíada Brasileira de Astronomia (I OBA). A Olimpíada Brasileira de Astronomia é a competição oficial seletiva para a Olimpíada Internacional de Astronomia (OIA). A OIA, organizada pela Sociedade Astronômica Euro-Asiática (EAAS) é uma das Olimpíadas Internacionais em Ciências para ensino médio, assim como é por exemplo a Olimpíada Internacional de Matemática (OIM), da qual o Brasil já participa e sempre se faz bem representar (Rui Lopes Viana Filho ganhou recentemente medalha de ouro na OIM-98 em Taiwan (veja por, exemplo, a revista Superinteressante de setembro de 1998, página 29)). As Olimpíadas de Ciências para ensino médio contam com a assinatura da UNESCO. Excetuando-se as OIMs, o Brasil não participa destas Olimpíadas, apesar de receber convites neste sentido enviados anualmente ao MEC. A Olimpíada, muito mais que uma competição, é uma maneira de despertar a curiosidade científica nos jovens. Assim, pretende-se utilizar a Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) como uma espécie de recurso pedagógico, um instrumento que, muito mais do que premiar os melhores estudantes, atinge o louvável objetivo de cativar o interesse pela ciência entre os jovens. Assim, pretende-se que através de uma prova bastante interessante, com uma cautelosa elaboração que não afaste o estudante pela falta de conhecimento necessário, reter a sua atenção e despertar a sua imaginação e o interesse científico. Sem dúvida o evento serve também para revelar talentos precoces. Promover a Astronomia e seu ensino são metas paralelas que também ganham muito com a Olimpíada. Qualquer estudante com idade até 18 anos (inclusive) pode participar, desde que esteja cursando entre a sétima série do ensino fundamental (antigo primário) e a terceira série do ensino médio (antigo segundo grau) e que, portanto, não esteja estudando em nenhuma instituição de ensino superior. A I Olimpíada Brasileira de Astronomia (experimental) foi realizada no sábado, dia 22 de agosto de 1998 às 14:00hs, com a aplicação simultânea em todo o país de uma prova de conhecimentos sobre Astronomia e temas relacionados. Os cinco melhores alunos desta Olimpíada participaram da III Olimpíada Internacional de Astronomia, que aconteceu na Rússia, em outubro de 1998, e detalhes sobre esta será dado em outro painel.

I. Objetivos

Os objetivos foram: (a) difundir o conhecimento astronômico de uma maneira lúdica e motivante, (b) despertar o interesse dos jovens pela astronomia e pelas ciências em geral, (c) selecionar uma equipe de alunos para participarem da III Olimpíada Internacional de Astronomia, (d) propiciar a integração de todos os apaixonados pela astronomia, (e) promover a interação destes com os professores de 1º e 2º graus do Brasil, (f) mobilizar professores de 1º e 2º graus, pais de alunos, escolas, planetários, observatórios municipais, espaços e museus de ciências, associações e clubes de astronomia, astrônomos profissionais ou não, etc, num mutirão nacional pró melhoria do ensino, educação e cultura e (g) promover a cooperação, tolerância e fraternidade entre as pessoas.

II. Público alvo

Alunos de 1º e 2º graus com idade igual ou inferior a 18 anos puderam participar. A I OBA teve dois níveis distintos (a idade é o fator utilizado para fins de enquadramento com a Olimpíada Internacional de Astronomia (OIA)):

NÍVEL 1: estudantes de até 16 anos (inclusive) em 1/11/98 e cursando sétima ou oitava série (ensino fundamental), ou qualquer série do (ensino médio).

NÍVEL 2: estudantes com idade de 17 ou 18 anos (inclusive) até 1/11/98

III. Realização da I OBA

Como foi realizada a OBA? A I Olimpíada Brasileira de Astronomia (experimental) foi realizada no sábado dia 22 de agosto de 1998 às 14:00hs com a aplicação simultânea em todo o país de uma prova de conhecimentos sobre Astronomia e temas relacionados. A Comissão Organizadora foi liderada por um de nós (DFL), com apoio da Universidade Estadual do Pará e do Sistema Titular de Ensino. A Comissão Organizadora da I OBA foi oficialmente reconhecida pelo Comitê Internacional da Olimpíada Internacional de Astronomia como sendo a Coordenadoria Nacional para o Brasil das OIAs.

Os conteúdos da prova envolveram conhecimentos de Astronomia, fundamentadas em princípios de Física e Matemática adequadas a cada nível e abordaram temas que relacionam a Astronomia a outras ciências e estejam ao alcance dos estudantes.

IV. Local de realização da OBA

Onde foi realizada a OBA? A Olimpíada foi realizada em todos os colégios e instituições cadastradas para este fim. Qualquer colégio ou instituição (planetário, universidade, observatório, clube, etc) de qualquer parte do Brasil pôde se cadastrar para participar da I OBA. Para isto bastou identificar um representante (um professor, pesquisador ou entusiasta em Astronomia e/ou ciências afins) e preencher a “Ficha de cadastramento da OBA”.

V. Regimento da OBA

Além do enquadramento dos alunos nos níveis 1 e 2, aos representantes da OBA foi dado o seguinte conjunto de instruções: **a)** o número de alunos participantes é livre; **b)** se o número de alunos interessados for grande, é desejável o envolvimento de mais pessoas na atividade; **c)** não é necessário que um colégio tenha participantes com alunos em ambos os níveis; **d)** a Olimpíada é aberta, isto é, alunos de outros colégios ou não necessariamente vinculados à instituição do representante da OBA também podem se inscrever para realizar a Olimpíada e **e)** alunos que não se enquadram nos requisitos necessários à participação oficial e que demonstrarem intenso interesse na Olimpíada terão seus anseios acolhidos e exceção se abre para que eles também possam participar em caráter extra-oficial.

VI. Conteúdo da provas

A prova teve basicamente dois conjuntos de questões, sendo que no primeiro as questões eram muito simples, de resposta imediata e no segundo já era exigido um pouco mais de raciocínio para responder. Abaixo damos um pequeno exemplo das questões (simples a-f e “difícies” g-l) da prova de nível 1:

(a) *Quais os planetas do Sistema Solar que têm sistema de anéis?* (b) *O que é, na realidade, uma estrela cadente?* (c) *Qual é, atualmente, o planeta mais distante do Sol?* (d) *Qual a estrela mais próxima da Terra?* (e) *Qual a estrela mais próxima do Sol?* (f) *Quais planetas jamais podem ser vistos à meia-noite?* (g) *Vista da Terra, a Lua demora pouco mais de 2 minutos para se pôr (tempo que demora para encostar no horizonte e desaparecer por completo). Quanto tempo demora a Terra para se pôr, vista da Lua?* (h) *Quando um brasileiro vê um eclipse total do Sol, o que vê um habitante do Canadá? O que vê um habitante do Japão?* (i) *Quando um brasileiro vê um eclipse total de Lua, o que vê um habitante do Canadá? O que vê um habitante do Japão?* (j) *Qual a origem das crateras lunares? Se a área da Terra é maior que a da Lua, por que observa-se na Lua um número muito maior de crateras do que na Terra?* (l) *Quanto vale 1 ano-luz em quilômetros?* (k) *O Sol é uma estrela. Estrelas são astros que possuem luz própria. Cite 5 tipos de astros que não possuem luz própria?* (l) *Qual é, aproximadamente, a composição química do Sol?*

VII. Resultados

Um questionário foi respondido pelos alunos participantes sobre a conveniência, utilidade, importância, etc, de se continuar a promover Olimpíadas Brasileiras de Astronomia (OBAs) e em sua totalidade os alunos incentivaram a continuação das OBAs. Três alunos do nível 1 e dois alunos do nível 2 foram selecionados ao final da I OBA e levados a participarem, pela primeira vez, da III Olimpíada Internacional de Astronomia, realizada em outubro de 1998 na Rússia, na qual o aluno Shridhar Jayanthi, de São José dos Campos, SP, ganhou uma medalha de bronze. A Sociedade Astronômica Brasileira, em função destes resultados, decidiu organizar a II Olimpíada Brasileira de Astronomia em 1999.

PAINEL 14.3 - O BRASIL NA III OLIMPÍADA INTERNACIONAL DE ASTRONOMIA

João Batista Garcia Canalle¹ e Daniel Fonseca Lavouras²

¹*Instituto de Física – UERJ – canalle@uerj.br*

²*Sistema Titular de Ensino – Belém – lavouras.ds@pg.com*

Neste artigo descreveremos a participação da equipe brasileira na III Olimpíada Internacional de Astronomia. A III Olimpíada Internacional de Astronomia (III OIA), ocorreu no Observatório Astrofísico Especial da Academia Russa de Ciências, na cidade de Nizhnij Arkhyz, no Cáucaso, Rússia, no período de 20 a 26 de outubro de 1998. O ambiente da Olimpíada foi mais de confraternização do que de competição propriamente dito, pois os alunos do hemisfério norte estavam ajudando os alunos do hemisfério sul, a reconhecerem o céu daquele hemisfério. No final não houve perdedores, pois todos são, de alguma forma, ganhadores: de uma experiência nova, de um estímulo para estudar mais e crescer, ou ainda da possibilidade de ver que objetivos que pareciam longínquos realmente podem ser atingidos. O objetivo primordial da Olimpíada não é o de eleger campeões, mas sim o de estimular o estudo da Astronomia entre os jovens e propiciar a confraternização entre os jovens dos diversos países. O estudante paulista Shridhar Jayanthi (Anglo-SP), 15anos, medalha de ouro na I Olimpíada Brasileira de Astronomia (detalhes num outro painel neste evento) conseguiu a façanha de trazer uma medalha de bronze para o Brasil na III Olimpíada Internacional de Astronomia. Além dele, a equipe brasileira, financiada pelos colégios ou pelos próprios pais

dos estudantes, foi composta pelos estudantes Kleber Iguchi (ETEP - SP), Daniel Lima (Escola Modelo de Castanhal-PA), Marco Rogério Vieira e Wayne Leonardo de Paula, ambos alunos da ETFPA, todos também ganhadores da medalha de ouro na Olimpíada Brasileira. Os líderes da equipe brasileira foram o Dr. João Batista Garcia Canalle, Prof. do Instituto de Física da UERJ e Coordenador da Comissão de Ensino da Sociedade Astronômica Brasileira - CESAB, e o Eng. Aeronáutico Daniel Fonseca Lavouras, Prof. de Física e Matemática do Sistema Titular de Ensino e Presidente da Comissão Organizadora da I Olimpíada Brasileira de Astronomia. Em 99 a Olimpíada será na Índia e para o ano 2000 o Brasil terá preferência para ser o país sede, caso esta seja a intenção de nossas autoridades. O Brasil através da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB), também ganhou uma cadeira no Comitê Internacional que organiza a Olimpíada. A Olimpíada Internacional foi constituída por uma bateria de testes teóricos, práticos e observacionais. Os estudantes tiveram também a oportunidade de participar de uma programação de 5 dias que incluiu uma visita a um dos maiores Observatórios Astronômicos do mundo, o SAO-RAS no Cáucaso, com espelho principal de 6 m de diâmetro e ao radiotelescópio RATAM-600.

A III Olimpíada Internacional de Astronomia.

A III Olimpíada Internacional de Astronomia (III IAO), ocorreu no Observatório Astrofísico Especial (Special Astrophysical Observatory of Russian Academy of Sciences – SAO), na cidade de Nizhnij Arkhyz, no Cáucaso, Rússia, no período de 20 a 26 de outubro de 1998.

Apesar da intenção inicial de 20 países participarem do evento, devido, provavelmente, às instabilidades sociais e econômicas da Rússia, acabaram participando apenas as equipes de Moscou, Rússia, Bulgária, República do Kome, Índia e Brasil, todos com 5 participantes cada, além de dois Observadores da Dinamarca.

O ambiente da Olimpíada foi mais de confraternização do que de competição propriamente dito, pois os alunos do hemisfério norte estavam ajudando os alunos do hemisfério sul, a reconhecerem o céu daquele hemisfério. No final não houve perdedores, pois todos são, de alguma forma, ganhadores: de uma experiência nova, de um estímulo para estudar mais e crescer, ou ainda da possibilidade de ver que objetivos que pareciam longínquos realmente podem ser atingidos. Os objetivos primordiais da Olimpíada não é o de eleger campeões, mas sim o de estimular o estudo da Astronomia entre os jovens e propiciar a confraternização entre os jovens dos diversos países.

As provas

As provas foram divididas em dois níveis (I e II) segundo as idades dos participantes. Nível I para alunos até 16 anos e nível II para alunos até 18 anos. A Olimpíada Internacional foi constituída por uma bateria de testes teóricos, práticos e observacionais. Abaixo relacionamos as questões das provas teóricas de ambos os níveis. As provas práticas e observacionais contém várias figuras que não caberiam no espaço destinado a este artigo.

Prova teórica - nível I

1. *What can one see in the Moon's sky more often – the Sun or the Earth?*
2. *In a new postal service a huge cannon shots a postal shell from England to New Zealand. Can you estimate the duration of the shells flight?*
3. *It is known that the equatorial coordinates of vernal equinox are 0 hr and 0 deg. Which are the North ecliptic pole coordinates?*
4. *Suppose that the Sun collapsed suddenly to a black hole. How would the orbital period of the Earth be affected?*
5. *Can we distinguish the lunar Mare Crisium, which diameter is 520 km, by a naked eye?*
6. *There are of 250 millions of stars in the elliptical galaxy M32 (a satellite of Andromeda galaxy). The visual magnitude of this galaxy is 9th. If luminosities of all stars are equal, what is the visual magnitude of one star in this galaxy?*

Prova teórica – nível 2

1. *Is it possible to observe solar eclipses, meteors, comets, auroras, rainbows, noctilucent clouds and artificial satellites on the Moon?*
2. *There are Cepheids variables in our own Galaxy as well as in other galaxies. Why was the "period-luminosity" relation first recognized for Cepheids in the Magellanic Clouds?*
3. *Because precession, the vernal equinox point moves slowly (50" per year) in the sky. Along what celestial circle does it move – the equator or the ecliptic?*
4. *Artificial Earth satellite moves with a speed of 6.9 km/sec along the circular equatorial orbit in the direction of the Earth rotation. What is the period of the satellite appearance above any fixed equatorial point?*
5. *Can we distinguish the lunar Mare Crisium, which diameter is 520 km, by a naked eye?*

6. There are of 250 millions of stars in the elliptical galaxy M32 (a satellite of Andromeda galaxy). The visual magnitude of this galaxy is 9''. If luminosities of all stars are equal, what is the visual magnitude of one star in this galaxy?

O nível das questões estão bem acima dos conteúdos de astronomia que são ministrados no primeiro e no segundo grau do Brasil, o que deixou nossos alunos em grande desvantagem, além do fato de que o céu do hemisfério norte era estranho aos participantes do hemisfério sul, o que contribui para dificultar obtermos melhores resultados.

O sucesso alcançado pela equipe brasileira foi devida principalmente aos esforços e interesses individuais dos alunos participantes e ao pequeno preparo adicional dado a eles por um de nós (DFL).

Resultados

Para os estudantes participantes o evento foi antes de tudo uma aventura inesquecível, pelos vários aspectos do evento: conheceram novas culturas, visitaram museus, monumentos históricos, conheciam, enfim a Europa. Para os líderes da equipe ficou evidente que as Olimpíadas é uma ferramenta importante para transmitir conhecimento, motivar alunos, envolver escolas e patrocinadores, etc, e que, portanto, deve-se continuar a organizá-las.

PAINEL 14.4 - UM CURSO DE EXTENSÃO EM ASTRONOMIA

Tomás de Aquino Silveira¹ e Peter Leroy Faria²

Departamento de Física e Química da PUC-Minas

¹tomas@gesnet.com.br ; ²pleroy@gold.com.br

1 INTRODUÇÃO

Os autores, professores universitários de Física, mas com forte interesse em Astronomia e Astrofísica, elaboraram um curso de extensão intitulado “Noções de Astronomia e Astrofísica”, que pode ser acompanhado por pessoas que estejam pelo menos cursando o 2º ano do Segundo Grau. O interesse demonstrado pelo tema é intenso tanto entre alunos e professores de segundo grau, como entre estudantes de graduação da universidade.

O objetivo do curso é familiarizar o estudante com os fatos básicos dos movimentos dos astros, incentivar a observação do céu, e familiarizá-lo tanto com a linguagem utilizada nesta área do conhecimento quanto com seus avanços recentes.

Este trabalho visa a expor a estrutura básica do curso e sua metodologia.

2 PROGRAMA E CONTEÚDO

O curso é dado em vinte horas-aula, com dezesseis horas destinadas a aulas teóricas e quatro horas de aula prática.

Na parte teórica, em cada duas horas-aula é tratado um tópico da Astronomia. Passamos a enumerá-los, com uma breve descrição do conteúdo de cada um:

1) Histórico e Noções Básicas de Astronomia

Aqui é traçada a evolução da visão que o homem tem do universo. É mostrado o predomínio milenar da noção geocêntrica, o surgimento (e posterior esquecimento) do conceito heliocêntrico na Grécia, a revolução de Copérnico, o trabalho de Galileu, a Física de Newton, o Universo de Kapteyn, os trabalhos de Hubble e o surgimento das teorias cosmológicas do estado estacionário e do *Big Bang*. Enfatiza-se o crescimento da escala de grandeza do Universo, e o nosso posicionamento nele.

2) Descrição do Céu

Após exposição de conceitos básicos, tais como os de vertical e horizonte de um local, meridiano local e zênite, são apresentados o Sistema Horizontal Local de Referências e o Sistema Equatorial de Referências. Em seguida, com o emprego de softwares de visualização do céu, como o *Skyglobe*, são demonstrados os movimentos dos objetos no céu e as constelações, e são exercitados os conceitos expostos no início da aula.

3) Sistema Solar I; Sol, Terra, Lua, Eclipses, Marés

Iniciando com uma descrição do Sol, do ponto de vista observational e físico, passa-se para o sistema Terra-Lua, falando-se inclusive da estrutura interna desses dois astros. Amplo destaque é dado às estações, inclusive mostrando textos escolares que cometem erros bárbaros, tais como justificar as estações por aumento ou diminuição da distância Terra-Sol. O restante da aula é dedicado a uma cuidadosa explicação dos fenômenos de eclipses e marés, mencionando-se a seguir quais os próximos eclipses previstos.

4) Sistema Solar II: Planetas e Formação do Sistema Solar

Nesta aula cada planeta recebe atenção, com ligeira descrição de suas características físicas e orbitais. São mencionados o Cinturão de Kuiper e a Nuvem de Oort. Completado o quadro do Sistema Solar, passa-se

para uma discussão da formação do Sistema Solar, enfatizando-se aqui a necessidade de a teoria ajustar-se aos fatos observacionais.

5) A caminho das estrelas: Perspectivas para a exploração planetária

O foco desta aula é a exploração espacial. Faz-se uma revisão dos projetos Mercury, Gemini, Apollo, Vostok e Soyuz. São mostradas fotos das principais sondas não-tripuladas, especialmente das Mariner, Voyager e Pioneer, explicando suas características. É feita uma exposição das dificuldades de viagens interestelares.

6) Evolução estelar

Abordamos inicialmente o espectro eletromagnético. Falamos da radiação de corpo negro, e definimos magnitude aparente, magnitude absoluta e índices de cor. Em seguida, vem a classificação espectral das estrelas, e diagrama H-R. Finalmente, a descrição das várias etapas da vida de uma estrela, com sua culminância em uma anã branca, estrela de nêutrons ou buraco negro.

7) A Via Láctea e as outras galáxias

Descrevemos a Via Láctea, destacando as suas dimensões e constituição, nossa posição nela, e seus braços espirais. Passa-se para a classificação das galáxias segundo sua forma, e comenta-se o caso das galáxias ativas, tais como as galáxias Seyfert. Falamos também dos aglomerados de galáxias.

8) Cosmologia e Além

A última aula teórica é dedicada a uma exposição sobre as teorias cosmológicas, focalizando-se as dificuldades observacionais para sua confirmação ou refutação. Discute-se a origem e o destino do Universo.

Em todas as aulas teóricas é feito farto emprego de material audiovisual, tais como filmes, transparências e slides. A parte expositiva das aulas é feita parcialmente através do *software* Powerpoint, que permite uma aula dinâmica e agradável. O uso constante de imagens ajuda a manter a atenção dos alunos, apesar da vastidão dos assuntos tratados a cada duas horas. É feito um esforço para que haja um período mínimo de vinte minutos para debates. O resultado disso é que algumas aulas acabaram durando até duas horas e meia, sem que os alunos arredassem pé!

Na aula prática, os alunos são convidados a irem a uma área afastada 40 km de Belo Horizonte, com baixíssimo índice de poluição luminosa, e lá são orientados no reconhecimento de constelações, uso de binóculos e de telescópios e leitura de cartas celestes. Aproveita-se a oportunidade para descrever os instrumentos e explicar as diferenças entre telescópio refrator, refletor newtoniano e Schmidt-Cassegrain. São debatidas as vantagens e desvantagens de cada um, e mostra-se aos alunos a montagem equatorial com o correto alinhamento do telescópio ao eixo polar.

É importante ressaltar que a maior parte do conteúdo aparece resumido em uma apostila que é entregue aos alunos no primeiro dia de aula. Embora não haja aula teórica sobre os instrumentos, existe um capítulo dedicado a eles na apostila, e a aula prática permite explorar ao máximo as características da observação. Note-se ainda que procuramos incentivar a observação a olho nu e com binóculo — não sem antes explicar como se ajusta um binóculo a um tripé de máquina fotográfica.

Não é desprezada também a capacidade de orientação a partir de observação do céu.

Na apresentação no XIII SNEF pretendemos mostrar parte do material audiovisual e prático empregado no curso.

3 CONCLUSÕES

Esta experiência tem mostrado que há um interesse muito grande pela área, não só por professores de Ciências e Geografia, que reclamam da falha de conteúdo de Astronomia e Astrofísica em seus cursos de graduação, como por pessoas que não têm qualquer interesse profissional pelo tema. Na exposição desse trabalho será apresentada a distribuição dos alunos deste curso por grupos profissionais, o que demonstrará isso convincentemente.

Pelas avaliações do curso feitas pelos alunos, concluímos que a estrutura do Curso está sendo bem sucedida, com bom aprendizado e entusiasmo dos participantes. A apresentação deste curso no Simpósio visa exatamente a compartilhar esta experiência e colher subsídios para aperfeiçoamento do curso e possíveis desdobramentos dele em outros níveis. O curso tem se mostrado ainda muito oportuno, pois na PUC-Minas há um projeto em andamento da construção de um telescópio refletor newtoniano de 40 cm de abertura, pelo qual o primeiro autor deste trabalho é um dos responsáveis, e os alunos envolvidos no projeto, todos estudantes de Engenharia, já fizeram o curso, com grande proveito para a execução do projeto, não só pelo aprendizado conseguido, mas pelo entusiasmo que lhes foi despertado.

PAINEL 14.5 - ASTRONOMIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA 1^a À 4^a SÉRIES DO ENSINO FUNDAMENTAL

Cristina Leite¹ e Yassuko Hosoume²

¹Graduação IFUSP – cristinaleite@eudoramail.com; ²IFUSP – yhosoume@axpsep1.if.usp.br

Este trabalho consiste num estudo de elementos da Astronomia contidos nos livros didáticos de ciências do ensino fundamental. Procuramos analisar as conceituações que podem ser propiciadas, ao leitor, pelas formas de apresentação/descrição desses livros.

A escolha dos livros foi feita através de uma pesquisa em algumas livrarias da cidade de São Paulo, sobre livros didáticos de Ciências mais vendidos. Um dos mais vendidos e escolhido foi: Um Jeito de Aprender Ciências – Autora: Kátia Paulilo Mantovani, Editora FTD, Vols.: 1, 2, 3 e 4, 1997.

Escolhemos os elementos para compor essa análise: Sol, Terra, Lua, estrelas, Sistema Solar e Universo, por serem eles os propostos para o ensino fundamental¹. Pelo mesmo motivo foram também escolhidos para análise as relações entre os elementos: Terra e Sol (nascente, poente e estações do ano) e Terra, Sol e Lua (fases da Lua).

Definimos três categorias de análise: comparecimento, presença ou não dos elementos e as relações; descrição ou definição, a presença de conteúdo discursivo que descreve ou define o elemento ou relação, (por exemplo, frases ao lado do desenho do Sistema Solar indicando que esse é uma pequena parte do Universo); e representação, forma pictórica que os elementos aparecem (por exemplo se o Sol tem coroa ou raios ou é apenas uma bola, em que cor ele aparece).

A articulação dos resultados da análise de cada um dos elementos astronômicos, permitiu-nos compreender como os elementos astronômicos comparecem e como suas definições, descrições e suas representações se modificam ao longo das séries de ensino. Abaixo seguem alguns resultados dessa natureza: O Sol compareceu em todas os livros analisados. A evolução de seu significado vai de algo que está aí para aquecer e iluminar o ambiente em que vivemos para algo em torno do qual os planetas giram. Parece-nos que nessa seqüência de caracterização do Sol ao longo das séries, ocorre uma passagem de uma visão geocêntrica para uma heliocêntrica.

Com relação as representações (figuras), a visão muda da 1^a para a 2^a série, sendo que depois permanece praticamente a mesma representação. Na 1^a é o ambiente “claro” com feixes de luz; na 2^a série é uma esfera amarela representado com a Terra; na 3^a e 4^a séries ele está representado no Sistema Solar.

Na análise da Terra, temos uma abordagem em que a medida que se passam as séries/anos, suas visões se tornam cada vez mais complexas. Indo desde de terra ambiente até a Terra planeta, assim como o Sol, indo de uma visão geocêntrica para uma visão heliocêntrica. A Terra também é um elemento que comparece com muita freqüência.

As representações por meio de figuras ou fotos, seguem a mesma seqüência da mencionada acima: primeiro uma visão de terra ambiente até a Terra como planeta situado no Sistema Solar.

Com relação a Lua, percebemos que esse elemento não está muito presente nos livros didáticos: apenas a 3^a série apresenta uma definição e uma foto desse astro: “a Lua é um satélite da Terra e reflete a luz do Sol durante a noite”. Sua representação é uma foto, num final de tarde, visto da terra (ambiente). Suas fases não aparecem em nenhum dos livros analisados.

As estrelas, em geral estão presentes em forma pictórica nos livros didáticos, aparecem ou no céu ou em volta do Sistema Solar. Esses livros apresentam as mesmas através de figuras como pontos azuis e brancos. Não indicam ou discutem o que são realmente as estrelas. Parece-nos que elas aparecem apenas para ilustrar/ensejar “o céu” ou o Sistema Solar.

O Sistema Solar comparece da 3^a à 4^a séries. Na 3^a série, ele é uma pequena parte do Universo e é representado através de figura composta por planetas em órbita em torno do Sol. Na 4^a série, o Sistema Solar é apresentado apenas como o Sol e os nove planetas. Sua representação (figura) é praticamente a mesma da 3^a série, mudando apenas o tamanho dos planetas e a visão que é de um corte da figura da série anterior. Percebemos que da 3^a até a 4^a séries muda-se pouco na visão de Sistema Solar.

O Universo, dificilmente é discutido, encontramos alguma apresentação sobre ele apenas na 3^a série. Nesta o Universo é tudo o que existe. A figura que o representa é a Via-Láctea.

A relação entre a Terra e o Sol: nascente e poente, comparecem nas séries 3^a e 4^a. Na 1^a e 2^a séries, o Sol ilumina o ambiente e não existe relação entre esses elementos (nascente e poente). Na 3^a e 4^a séries o dia e a noite estão relacionados a rotação da Terra, mostrando a mesma visão de nascente e poente, não evoluindo com o decorrer das 3^a e 4^a séries.

A relação entre Terra, Sol e Lua: fases da Lua, constitui o tema menos trabalhado pelos livros didáticos analisados. Esses livros parecem não dar muita importância a esse conhecimento. Em nenhum deles, estão presente as fases da Lua.

A relação entre a Terra e o Sol: estações do ano, está presente, apenas, na 3a série, mostra-se uma figura representando as estações e para cada representação da Terra ao longo de sua trajetória em torno do Sol, é simbolizado um ambiente diferente para a Terra (primavera - flores, outono - frutos, verão - Sol e

inverno – nuvem escura). Relacionam as estações do ano com o movimento de translação e a uma duração de 365 dias.

A análise dos livros didáticos descrita acima permitiu-nos tirar algumas conclusões sobre o ensino de Astronomia no ensino fundamental e fazer algumas considerações.

Os resultados em relação ao comparecimento mostraram que o Sol e a Terra são os elementos que mais aparecem, seguida das estrelas, nascente, poente e o Sistema Solar; estações do ano, Lua e Universo só são apresentados na 3^a série e as fases da Lua não aparecem em nenhum dos livros analisados.

Na descrição ou definição, os elementos são apresentados na forma sensorial e não costumam fornecer informações além daquelas que extraímos das figuras: o Sol é algo que serve para aquecer e iluminar a Terra; o Universo é conjunto de tudo o que existe; e a Terra é o grande ambiente no qual habitamos.

A representação através de figuras também é bastante sensorial. As estrelas, são pontos brancos e azuis, distribuídos aleatoriamente; a Lua é apresentada através de uma foto do céu ao anoitecer; e as estações do ano estão ligadas a variações meteorológicas.

As formas de apresentação dos conteúdos são estanques e "autoritárias": a relação entre Sol e Terra (dia e noite) é apresentada como devida a rotação da Terra com período de 24 horas; e não como um fenômeno da natureza (nascente e poente), utilizada para construção de referências temporais e espaciais.

A natureza das atividades propostas não indicam, em nenhum momento, a observação dos astros ou atividades onde os alunos possam perceber fenômenos que estão além da perspectiva sensorial.

Outros problemas que percebemos nos livros didáticos são os erros conceituais. Nossa análise foi feita após críticas/avaliação do MEC e os livros já incorporavam resultados dessa avaliação. Entretanto, ainda, verificamos que eles continuam com vários problemas, por exemplo, afirmações sem significado (Sol como uma estrela de 5^a grandeza) ou a presença de anéis apenas em Saturno.

A análise dos livros mostrou, ainda, que vários dos erros apontados no Guia do Livro Didático do MEC, não mais aparecem nos livros (por exemplo o achamento da Terra, inclinação do eixo de rotação ou a relação entre inverno/ verão e distância máxima e mínima da Terra ao Sol). Entretanto outros erros continuam, como no caso das estações do ano, embora não tenham a afirmação explícita, fica a idéia de que a Terra no verão/inverno está mais próximo ou mais distante do Sol.

Finalmente, a análise nos indica que, muitas das definições ou representações "padronizadas" de alunos e professores, podem ter origem nos livros didáticos.

*Bolsista CNPq

¹Proposta Curricular do Estado de São Paulo, 1991.

BIBLIOGRAFIA

1. BISCH, S. M. HOSOUUME, Y. LEITE, C., O Professor de 1º Grau e Sua Relação com o Universo, painel SNEF 1997.
2. CANALLE, J.B.G., O Sistema Solar numa Representação Teatral, Cad. Cat. Ens. Fís., 11(01): 27-32, abr. 1994.
3. CANALLE, J.B.G., TREVISON, R.H., LATTARI, C.J.B., Erros Astronômicos nos Livros Didáticos do 1º Grau. V EPEF, Caderno de Resumos, p.28, 1996.
4. CANIATO, R. Projeto de ciência integrada: a Terra em que vivemos, Papirus, 9º edição Campinas, 1984.
5. LEITE, C. "Monografia de Final de Curso de Licenciatura" do IFUSP, 1997.
6. LEITE, C., BISCH, S.M., HOSOUUME, Y., SILVA, J.A., Representações do Universo em Crianças do 1º Grau, painel SNEF 1997.
7. LIVI, S.H.B., Abra sua janela para o céu, Cad. Cat. Ens. Fís., Florianópolis 4(3): 158-163, dez. 1987.
8. LIVI, S.H.B., A Terra e o Homem no Universo, Cad. Cat. Ens. Fís., Florianópolis 7(número especial): 7-26, jun. 1990.
9. FERRACO, C. E., Os conteúdos de física no ensino das séries iniciais: a necessidade de superação do conhecimento empírico, Cadernos CEDES, 18: 55-62, 1987.
10. PRETTO, N., A natureza e os livros didáticos, Leitura: Teoria e Prática, 11: 3-6, 1988.
guia do livro didático, MEC, 1997.

PAINEL 14.6 - OFICINA DE ASTRONOMIA: AS ESTAÇÕES DO ANO

Rute Helena Trevisan¹; Addison Luiz Romano¹ e Cleiton Joni Benetti Lattari²

¹Departamento de Física - Universidade Estadual de Londrina (trevisan@uel.br)

²Departamento de Ciências - Fundação Municipal de Ensino Superior de Assis, FEMA/IMESA (lattari@femanet.com.br)

1. INTRODUÇÃO

Dentro do Projeto de Extensão, atualmente em curso no Departamento de Física da UEL, denominado Oficina de Astronomia, o qual visa o atendimento e acompanhamento de professores de Ciências de primeiro grau e professores de Física do segundo grau, na área de astronomia, estão propostas várias atividades do tipo Oficinas.

Este projeto foi iniciado no ano de 1998. Ele atua como suporte às propostas curriculares, e na disseminação da astronomia, apresentando seu conteúdo de forma didática. Atua também no desenvolvimento da metodologia do ensino de astronomia, que é inédita, e na pesquisa de ensino de astronomia de primeiro e segundo graus. A oficina tem um caráter interdisciplinar, envolvendo as áreas de Ciências básicas (física, química, biologia e matemática), educação e psicologia. Estes objetivos serão alcançados com a estruturação e desenvolvimento de vários experimentos na área (oficinas) da astronomia básica, construídos com material de baixo custo, e de simples manejo. Este trabalho mostra uma delas.

2. AS ESTAÇÕES DO ANO : TEORIA

Os antigos associaram de maneira prática as épocas quentes e frias ou intermediárias, com as Estações do Ano, com algumas particularidades tais como:

- ◆ o tamanho da sombra de um pilar ao meio-dia é muito maior no inverno do que no verão.
- ◆ as estrelas visíveis no inverno são diferentes daquelas observáveis no verão.
- ◆ enchentes de vários rios, ou secas estavam diretamente relacionadas com as Estações do Ano. Para os Egípcios por exemplo, as enchentes do rio Nilo, eram questão de sobrevivência.

Nos dias atuais, sabemos que as estações do ano estão associadas diretamente e principalmente aos movimentos da Terra ao redor do Sol e à inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita.

O segundo maior movimento da Terra no espaço, depois da rotação, é sua revolução ao redor do Sol. Este movimento segue um caminho periódico chamado órbita, o qual, embora sendo uma elipse, para todos os propósitos práticos é um círculo de raio 150×10^6 km. A Terra completa uma órbita ao redor do Sol em um ano, girando sobre seu próprio eixo. A velocidade média da Terra em sua órbita é quase 30 km/s. A órbita da Terra define um plano chamado Eclíptica; uma linha passando pelo centro da Terra e formando um ângulo reto com o plano da Eclíptica, define os pólos elípticos. O eixo de rotação da Terra é inclinado de 23,5° com respeito aos pólos elípticos.

Com esse movimento da Terra ao redor do Sol no hemisfério sul por volta de 22 de dezembro ocorre o chamado Solstício de Verão, nesta época, os raios solares atingem perpendicularmente uma latitude 23,5° graus (trópico de Capricórnio). A energia do Sol se concentra naquela área provocando um aumento de temperatura local. Temos então dias mais longos e noites mais curtas, provocando um aumento de números de horas de Sol. Este mesmo dia marca o Solstício de Inverno para o hemisfério norte (ou boreal). Nesta região, os raios do Sol estão chegando em sua máxima inclinação, provocando um menor aquecimento da região e consequente abaixamento de temperatura. Temos dias mais curtos e noites mais longas.

A Terra continua se deslocando em sua órbita, fazendo com que os raios solares atinjam a cada dia pontos de menor latitude do hemisfério sul, até que por volta de 21 de março estes atingem quase que perpendicularmente o Equador terrestre. Com isso a energia do Sol se distribui quase que igualmente nos dois hemisférios: Este período é chamado Equinócio de Outono para o hemisfério sul e o Equinócio da Primavera para o hemisfério norte.

A partir desse dia os raios solares começam a atingir quase que perpendicularmente latitudes do hemisfério norte, até que por volta de 21 de junho, atingindo sua máxima declinação de 23,5° graus de latitude Norte (Trópico de Câncer) a energia do Sol concentrada nesta região provoca um aumento na temperatura, dando inicio ao verão no hemisfério norte (Solstício de Verão no hemisfério norte) e ocorrendo então o inverno no hemisfério sul (Solstício de Inverno no hemisfério sul). No Solstício de Inverno temos a noite mais longa e o dia mais curto do ano.

Com o decorrer dos dias, os raios solares perpendiculares a superfície terrestre começam a se aproximar do Equador, sendo que no dia 23 de setembro atinge seu grau de máxima perpendicularmente. Neste dia, temos o Equinócio da Primavera para o hemisfério sul, e o Equinócio do Outono para o hemisfério norte. Até chegar ao dia 22 de dezembro tendo um novo Solstício (de inverno no hemisfério norte e de Verão no hemisfério sul) e repetindo-se novamente as estações do ano.

A Terra permanece girando ao redor do Sol com essa inclinação constante de 23,5° graus em relação a perpendicular ao plano do Equador celeste.

Para explicarmos melhor este movimento do Sol devemos considerar três hipóteses:

- ◆ A esfera celeste além de um movimento diurno manifesta um segundo movimento no sentido do Oriente (Leste) para o Ocidente (Oeste).
- ◆ O Sol descreve ao longo da Terra no período de um ano, um movimento aparente, que é o círculo máximo inclinado sobre o Equador celeste.
- ◆ A Terra além do seu movimento de rotação diária, possui um movimento próprio de translação ao longo do Sol, no sentido do Ocidente para o Oriente percorrendo um círculo oblíquo no Equador celeste no decorrer de um ano.

A cada volta que a Terra dá ao redor do Sol se completa um ano, e nesse período ocorrem as quatro estações.

Uma maneira mais prática e fácil de ensinar às crianças o fenômeno das estações, é a preparação de uma oficina com **material simples e de baixo custo**, tal com está descrito a seguir.

3. O EXPERIMENTO

A. Material necessário:

1 placa de isopor quadrada (50 X 50 cm) com 2cm de espessura.

1 transferidor (180°).

1 régua (30 cm).

4 palitos de churrasco (20 cm).

4 bolas de isopor (de 11 a 15 cm de diâmetro)

1 lâmpada (100 w)

1 soquete.

1 fio de luz (2 m).

1 pedaço de madeira para fixar o soquete com a lâmpada.

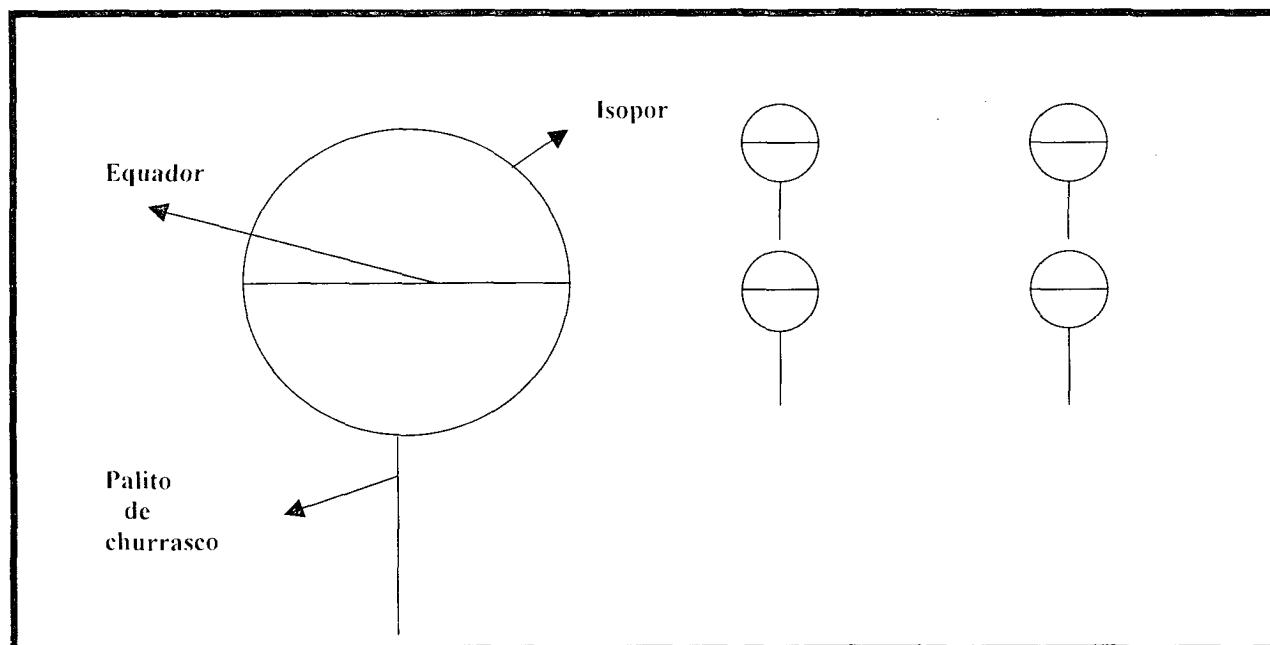


Figura I - Montagem do eixo da Terra e Equador na bola de isopor

B. Procedimento/ Montagem

- ◆ Desenhe a linha do Equador Terrestre em cada uma das bolas de isopor.
- ◆ Pegue uma bola de isopor e um palito de churrasco e introduza cerca de dois centímetros do palito na bola. (veja figura 1). O palito deve ficar perpendicular ao plano do equador. **CUIDADO COM AS PONTAS DOS PALITOS. ELAS PODEM FERÍ-LO(A) !!!**
- ◆ Introduza em cada canto da placa de isopor um palito com uma bola mantendo a inclinação do palito em relação ao plano da órbita da Terra (placa de isopor) . Veja figura 2.
- ◆ Para marcar a inclinação do eixo terrestre: usando o transferidor, temos que inclinar estes palitos num angulo $23,5^{\circ}$ graus com a vertical ou $66,5^{\circ}$ graus com o plano do isopor. Os quatro palitos devem estar todos inclinados na mesma direção, sabendo-se que a inclinação da Terra é constante (tanto pode ser para leste como para oeste)
- ◆ Feito isso, coloque a lâmpada rosqueada no soquete com o pedaço de madeira bem no centro das quatro bolas. tendo o cuidado de manter a lâmpada no mesmo nível das bolas. **CUIDADO PARA NÃO QUEIMAR-SE NA LÂMPADA.**

Obs: Seria interessante que os alunos pintassem os continentes na bola de isopor.

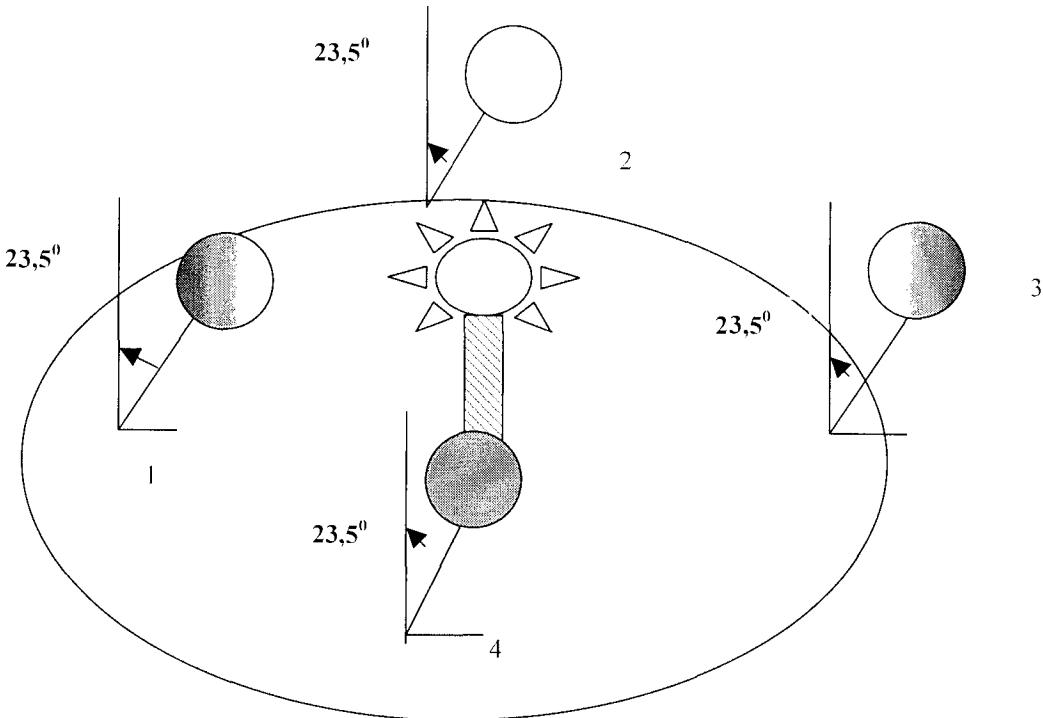


Figura 2. Montagem da Oficina. Maquete .

C . Discussão

É comum ouvir-se que "é verão quando a Terra está mais perto do Sol e é inverno quando a Terra está mais distante do Sol. Esta é a razão porque que no inverno é mais frio e no verão é mais quente aqui na Terra". Podemos facilmente derrubar esta afirmação que é falsa. Basta lembrar que quando temos verão no hemisfério sul, é Inverno no hemisfério norte. No entanto, o Sol está a mesma distância da Terra nos dois casos. Assim, a razão de inverno e verão, com suas respectivas características de temperaturas médias, devem ser atribuídas à outro fato : à diferença de quantidade de calor recebidas pelos dois hemisférios devido à posição do Sol em relação a eles.

Veja na maquete as diferentes iluminações do planeta em cada uma das posições (1,2,3 e 4 na figura 2), e discuta com os alunos os motivos destas diferentes iluminações dos dois hemisférios do planeta, nos quatro casos (tabela 1 abaixo).

Hemisfério	verão	outono	inverno	primavera
Norte	1	4	3	2
Sul	3	2	1	4

Pode-se aproveitar a montagem desta maquete para discutir com os alunos exaustivamente, o movimento e a posição da Terra em sua órbita ao redor do Sol.

4.GLOSSÁRIO

Declinação - separação angular entre uma estrela e o plano equatorial.

Equinócio do Outono- é o instante em que o Sol passa do hemisfério norte para o hemisfério sul . Esta data(22 ou 23 de setembro) marca o início do outono no hemisfério norte e o começo da primavera no hemisfério sul.

Equador da Esfera Celeste - interseção da esfera celeste com o plano equatorial (plano que passa pelo equador da Terra).

Equinócio da Primavera- é o instante em que o Sol passa do hemisfério sul para o hemisfério norte. Esta data(20 ou 21 de março) marca o início da primavera no hemisfério norte e o começo do outono no hemisfério sul.

Esfera Celeste - modelo simples de figura geométrica, que teve sua origem na antigüidade, que ajuda o astrônomo a entender facilmente os movimentos, diário e anual das estrelas. A esfera celeste representa uma concha esférica finita, tendo as estrelas fixas a esta concha, todas eqüidistantes da Terra, a qual é o centro do "universo esférico"

Plano Equatorial - Plano do Equador, que corta a esfera celeste.

Solstício época em que o Sol no seu movimento aparente na esfera celeste atinge o seu maior afastamento do equador. Ocorre em duas épocas : 21 ou 23 de dezembro , quando o Sol atinge seu maior afastamento do equador, na direção do pólo sul (**solstício de verão** no hemisfério sul) e 21 ou 23 de junho, na direção do pólo norte (**solstício de inverno** no hemisfério sul.)

5. REFERÊNCIAS

1. Bocsko, R. Conceitos de Astronomia, Editora Edgard Blucher Ltda., 1984.
2. Faria, R. P.- Fundamentos de Astronomia, Editora Papiro., 1985
3. Magalhães R. Y, Ruiz S. S. O meio Físico, Editora do Brasil S/A.
- 4.. Matsuura, O. Atlas do Universo, Editora Scipione, 1996
5. Verdet J. P. , Uma História da Astronomia, Editora Jorge Zahar, 1991.

PAINEL 14.7 - ENSINANDO ASTRONOMIA NO PRIMEIRO E SEGUNDO GRAUS: OBSERVANDO AS FASES DA LUA

Rute Helena Trevisan¹; Adilson Luiz Romano¹ e Cleiton Joni B. Lattari²

¹Departamento de Física - Universidade Estadual de Londrina (trevisan@uel.br);

²Departamento de Ciências - Fundação Municipal de Ensino Superior de Assis, FEMA/IMESA (lattari@femanet.com.br)

I - Introdução

Dentro do Projeto de Extensão, atualmente em curso no Departamento de Física da UEL, denominado Oficina de Astronomia, o qual visa o atendimento e acompanhamento de professores de Ciências de primeiro grau e professores de Física do segundo grau, na área de astronomia, estão propostas várias atividades do tipo Oficinas.

Este projeto foi iniciado no ano de 1998. Ele atua como suporte às propostas curriculares, e na disseminação da astronomia, apresentando seu conteúdo de forma didática. Atua também no desenvolvimento da metodologia do ensino de astronomia, que é inédita, e na pesquisa de ensino de astronomia de primeiro e segundo graus. A oficina tem um caráter interdisciplinar, envolvendo as áreas de Ciências básicas (física, química, biologia e matemática), educação e psicologia. Estes objetivos serão alcançados com a estruturação e desenvolvimento de vários experimentos na área (oficinas) da astronomia básica, construídos com material de baixo custo, e de simples manejo. Este trabalho mostra uma delas.

II- Aprendendo um pouco sobre a Lua

Introdução Teórica

A Lua é uma bola de rocha dura, que gira ao redor da Terra. Ela possui um tamanho de aproximadamente um sexto do tamanho da Terra. Isto não é comum, já que a maioria das luas dos outros planetas são muito menores que os planetas ao redor do qual elas orbitam.

A Lua leva cerca de 28 dias para dar uma volta completa ao redor da Terra. Nós chamamos isto de um mês. Embora que, por razões práticas, a maioria dos nossos meses possuam pouco mais do que 28 dias (exatamente 29,5305589 dias ou 29d 12h 44m 2.9s), em alguns calendários mantidos até hoje por algumas religiões, o mês possui 28 dias.

A medida que a Lua viaja ao redor da Terra ao longo do mês, ela passa por um ciclo de fases, durante o qual sua forma parece variar gradualmente. Esse fenômeno é bem compreendido desde a Antigüidade. O grego Anaxágoras 430 a.C.), já conhecia sua causa, e Aristóteles (384 - 322 a.C.) registrou a explicação correta do fenômeno: as **fases da Lua** resultam do fato de que ela não é um corpo luminoso, e sim um corpo iluminado pela luz do Sol.

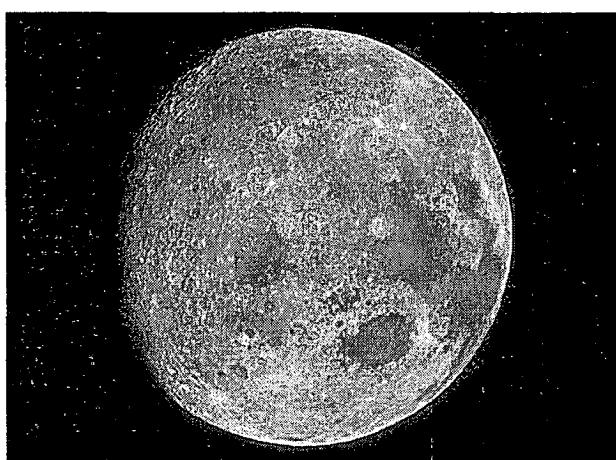


Figura 01 A Face Iluminada da Lua vista da Terra (Lua Cheia)

A face iluminada da Lua é aquela que está voltada para o Sol. Como a Lua não possui brilho próprio, isto quer dizer que quando a vemos no céu, na verdade estamos vendo a luz

refletida por ela, que vem do Sol. Como a Lua translada ao redor da Terra, nós vemos quantidades diferentes da sua superfície iluminadas e a Lua parece mudar de forma durante o decorrer de um mês. Estas mudanças são chamadas fases da lua, e representam o quanto dessa face iluminada está voltada também para a Terra.

O período entre duas luas consecutivas, chama-se **lunação** ou **mês sinódico**, ou **período sinódico da Lua**.

Algumas vezes a Lua brilha intensamente na noite, mas podemos também vê-la brilhando no céu durante o dia.

FASES DA LUA : As quatro fases principais do ciclo são:

Lua Nova:

- ◆ a face iluminada não pode ser vista da Terra.
- ◆ A Lua está na mesma direção do Sol, e portanto está no céu durante o dia.
- ◆ A Lua nasce 6h e se põe 18h.

Lua Quarto-Crescente:

- ◆ metade do disco iluminado pode ser visto da Terra. Vista do hemisfério sul da Terra, a forma da Lua lembra a letra C (vista do hemisfério norte lembra a letra D).
- ◆ Lua e Sol, vistos da Terra, estão separados de 90°.
- ◆ a Lua está a leste do Sol, que portanto ilumina seu lado oeste
- ◆ a Lua nasce ao meio-dia e se põe meia-noite

Lua Cheia

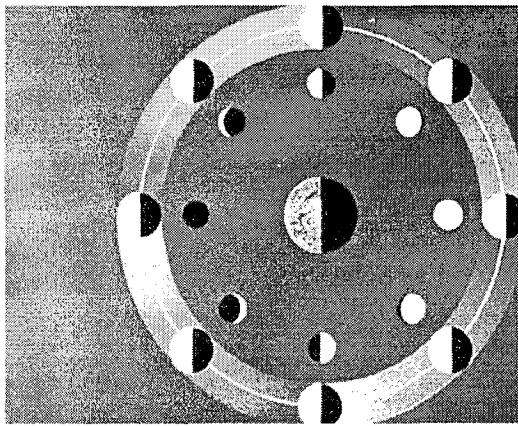
- ◆ todo a face iluminada da Lua está voltada para a Terra. A Lua está no céu durante toda a noite, com a forma de um disco.
- ◆ Lua e Sol, vistos da terra, estão em direções opostas, separados de 180°, ou 12h.
- ◆ a Lua nasce 18h e se põe 6h do dia seguinte.

Lua Quarto-Minguante

- ◆ metade do disco iluminado pode ser visto da Terra, como em Quarto-Crescente. Vista do hemisfério sul da Terra, a forma da Lua lembra a letra D (vista do hemisfério norte lembra a letra C)
- ◆ a Lua está a oeste do Sol, que ilumina seu lado leste
- ◆ a Lua nasce meia-noite e se põe meio-dia

Figura 02

A Lua girando ao redor da Terra, em vários momentos de sua Órbita; (1) visão da Lua por um observador situado fora da Terra e da Lua. Veja que sempre temos metade da Lua Iluminada; (2) visão da Lua por um observador situado sobre a superfície da Terra, num ponto do hemisfério sul. (Kepler, hipertexto, UFRGS) Na parte inferior da figura 2, está mostrada a aparência da Lua em cada fase no Hemisfério Sul. No Hemisfério Norte, as fases são as mesmas que no Hemisfério Sul, mas a aparência da face iluminada é um pouco diferente. Aqui vemos um **C** na fase crescente enquanto que elas vêm um **D**, e na fase minguante vemos um **D** enquanto que elas vêm um **C**.



III- Atividades

Objetivos

Os propósitos destas atividades são:

- ◆ Introduzir o conceito de fases;
- ◆ Observarmeticulosamente um evento, descrevê-lo com palavras e com desenhos
- ◆ Ajudar os estudantes mais adiantados a enriquecer seu vocabulário
- ◆ Fazer um painel da Lua, mostrando uma sucessão de fases, com datas e tempo de observação
- ◆ Montar um cineminha das Fases da Lua

Série: a partir da 4^a

Material Necessário:

- ◆ Lápis e um caderno ou papel sobre uma prancha para cada estudante
- ◆ Algumas cópias de um almanaque, dando as datas das mudanças de fases
- ◆ Fotos (de revistas, livros, etc.,) mostrando a aparência da Lua em cada estágio de uma lunação
- ◆ Uma lanterna com foco de luz bem forte, ou um retroprojetor ou um projetor de slides e uma bola ou esfera branca, de tamanho aproximado de uma bola de vôlei

- ◆ Cópia xerox da página desta Oficina Cineminha das Fases da Lua

Atividade 01: Observando e Descrevendo as Fases da Lua

1.1 Observações: devem ser feitas de preferência pelo classe toda, em conjunto com o professor(a), ao menos na primeira vez. O local deve ser amplo, ao ar livre, sem nenhum objeto ou prédio que obstrua o horizonte. Os estudantes observam, descrevem e fazem desenho tipo esquema.

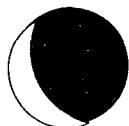
1.2 Horário das Observações: veja bem, com a ajuda de um almanaque, em que horário você terá uma boa visada da Lua coincidindo com o horário da aula, veja na página 2. Os almanaque trazem a hora exata do nascer e do ocaso da Lua, para as maiores cidades do país. O almanaque também traz a data das quatro principais fases da Lua

1.3 Questões do professor. Através de algumas questões dadas pelo professor(a) aos alunos, ele pode ajudar os estudantes a fazem uma observação mais detalhada e mais objetiva. Por exemplo: qual é a forma da parte visível da Lua; como ficam suas pontas, o meio-disco, o limbo ao redor, o limbo oval côncavo ou convexo (de fato uma meia-elipse), de qual lado está o limbo ao redor: esquerdo ou direito? De que lado está o Sol em relação à Lua? Com os braços abertos, aponte um braço para a Lua e outro para o Sol. Os estudantes podem Ter uma idéia bem aproximada da distância angular entre o Sol e a Lua. O que acontece com este ângulo dia a dia?

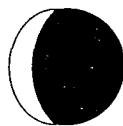
1.4 Esquemas do objeto observado. Os estudantes devem fazer

esquemas corretos da Lua, tal qual está sendo observada. Sugestão : fazem um esquema da Lua, e o comparam com a Lua observada. O professor deve olhar e corrigir o desenho no local. Por exemplo, o desenho deve ser algo como (a):

a)



b)



c)



E não como b e c:

Atividade 02: Coletando Dados das Observações

Faça um programa de observações da Lua, com a ajuda de um almanaque, com a devida anotação da observação numa tabela do tipo dado abaixo. Sugestões:

- 2.1 Faça o modelo da tabela abaixo e passe aos alunos, que a levarão para fazer em casa;
- 2.2 Dê o trabalho para grupos de 2 a 4 alunos, de preferência que residam próximos uns dos outros;
- 2.3 na **Janela de Observação** deve ser colocada a direção cardinal (norte, sul , leste ou Oeste) observada
- 2.4 os intervalos de observação devem ser de dois a três dias;
- 2.5 os pais ou parentes poderão auxiliar a criança na coleta dos dados

Domingo	Segunda-feira	Terça-feira	Quarta-feira	Quinta-feira	Sexta-feira	Sábado
nublado	sem lua					
				neblina		

Atividade 03: Interpretando as Fases da Lua

Material:

1. uma sala semi-escurecida
2. um foco de luz, bem forte (lanterna, projetor de slides ou retroprojetor)
3. uma bola branca, do tamanho da bola de vôlei

Procedimento A:

1. coloque a bola sobre um pedestal (pode ser de madeira) aproximadamente 1 m do projetor;
2. o aluno deve observar a bola iluminada pelo projetor, andando ao redor dela. Ele identificará cada uma das fases pois dependendo da posição que ele ocupar, ele verá a bola iluminada de diferentes modos (figura 3).

Somente um hemisfério é iluminado enquanto que o outro fica escuro

3. Mas todo estudante sabe que a Terra não se move ao redor da lua, e sim ao contrário. Então será interessante num passo seguinte, que o estudante faça o Procedimento b:

Procedimento B:

1. pegue a bola com o braço estendido (figura 4)
2. marque uma face da Lua na bola
3. gire lentamente na frente da luz. Ao completar uma volta, terá se passado um mês
4. a cabeça do estudante representa a Terra
5. Quando o estudante gira, a face da Lua marcada, estará sempre voltada para ele, porém iluminada de diferentes maneiras. Este é o motivo pelo qual vemos sempre a mesma face da Lua: o período de rotação é o mesmo do período de translação

CURIOSIDADES

Período sideral, período sideral da Lua, ou mês sideral é o tempo necessário para a Lua completar uma volta em torno da Terra, em relação a uma estrela. Sua duração é de 27d 7h 43m 11s, sendo portanto 2,25 dias mais curto do que o mês sinódico.. O intervalo de tempo entre duas fases iguais consecutivas, de 29d 12h 44m 2.9s, o período sinódico da Lua, é 2,25 dias maior do que o período sideral da Lua porque nos 27,25 dias em que a Lua faz uma volta completa em relação às estrelas, o Sol se deslocou aproximadamente 27° (27 dias \times $1^\circ/\text{dia}$) para leste, e portanto será necessário mais 2 dias [$27^\circ/(13^\circ/\text{dia})$] para a Lua se deslocar estes 27° e estar na mesma posição em relação ao Sol.

Dia Lunar: Tendo em vista que o período sideral da Lua é de 27,25 dias, isto é, que ela se move 360° em relação às estrelas para leste a cada 27,25 dias, deduz-se que ela se desloca para leste 13° por dia ($360^\circ/27,25\text{d}$), em relação às estrelas. Levando-se em conta que a Terra gira 360° em 24 horas, e que o Sol se desloca 1° para leste por dia, deduzimos que a Lua se atrasa 50 minutos por dia [$(12^\circ/360^\circ) \times (24\text{h} \times 60\text{m})$], isto é, a Lua nasce cerca de 50 minutos mais tarde a cada dia. 48 minutos é o valor correto.

Recapitulando, a Lua se move cerca de 13° para leste, por dia, em relação às estrelas. Esse movimento é um reflexo da translação da Lua em torno da Terra, completada em 27,32 dias (mês sideral). O Sol também se move cerca de 1° por dia para leste, refletindo a translação da Terra em torno do Sol, completada em 365,2564 dias (ano sideral). Portanto, a Lua se move cerca de 12° por dia em relação ao Sol, e a cada dia a Lua cruza o meridiano local aproximadamente 50 min mais tarde do que no dia anterior. O dia lunar, portanto, tem 24h 50m.

Rotação da Lua:

À medida que a Lua orbita em torno da Terra, completando seu ciclo de fases, ela mantém sempre a mesma face voltada para a Terra. Isso indica que o seu período de translação é igual ao período de rotação em torno de seu próprio eixo. Portanto, a Lua tem rotação sincronizada com a translação.

É muito improvável que essa sincronização seja casual. Acredita-se que ela tenha acontecido como resultado das grandes forças de maré exercidas pela Terra na Lua no tempo em que a Lua era jovem e mais elástica. As deformações tipo bojos causadas na superfície da Lua pelas marés teriam freiado a sua rotação até ela ficar com o bojo sempre voltado para a Terra, e portanto com período de rotação igual ao de translação. Essa perda de rotação teria em consequência provocado o afastamento maior entre Lua e Terra (para conservar o momentum angular). Atualmente a Lua continua afastando-se da Terra, a uma taxa de 4cm/ano.

Figura 3 : A bola está sobre um suporte. O Aluno anda ao redor da Bola e observa as diferentes iluminações, dependendo de onde ele está.

Figura 4: O aluno pega a bola na frente da luz, gira lentamente e observa a) a rotação da Lua (vemos sempre a mesma face) e b) as fases da Lua.

Observação : é interessante inclinar a órbita da lua (da bola), para não passar o conceito errôneo de que temos eclipses da Lua todos os meses.

4. Referências

1. Bocsko, R. Conceitos de Astronomia, Editora Edgard Blucher Ltda., 1984.
2. Faria, R. P.- Fundamentos de Astronomia, Editora Papiro, 1985.
3. Magalhães R. Y, Ruiz S. S. O meio Físico, Editora do Brasil S/A..
4. Matsuura, O. Atlas do Universo, Editora Scipione, 1996.
5. Verdet J. P. , Uma História da Astronomia, Editora Jorge Zahar, 1991.

PAINEL 15.1 - ALFABETIZAÇÃO TÉCNICA NO ENSINO MÉDIO – UMA EXPERIÊNCIA EM ELETRICIDADE

Elias Antunes dos Santos¹; José Carlos Capeller¹; Marco Aurélio Ciuneck¹; Sérgio Camargo¹ e Rejane Aurora Mion²

¹Acadêmicos do curso de licenciatura em Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG.

²Professora do DEMET - UEPG, doutoranda em Educação: Ensino de Ciências Naturais - UFSC- Florianópolis - SC

O objetivo deste trabalho é refletir uma proposta que vem sendo desenvolvida no contexto da disciplina de Metodologia e Prática de Ensino de Física nos 4 e 5 anos do curso de Licenciatura em Física na forma de estágio supervisionado.

A influência do papel da energia elétrica, na civilização atual coloca um problema aos professores de Física que ensinam eletricidade, pois esse tema, como vem sendo desenvolvido no ensino médio não está ajudando de forma adequada os educandos a compreender os fenômenos elétricos presentes no cotidiano.

Nota-se que o ensino de Física em nossas escolas vem se processando de forma alheia ao desenvolvimento tecnológico, bem como, sem vínculo entre teoria e prática. No trabalho que estamos desenvolvendo em colégios da rede pública -- diurno e noturno -- na cidade de Ponta Grossa, buscamos uma resposta para a seguinte questão: Como viabilizar a alfabetização técnica ensinando Física?

A alfabetização técnica (DE BASTOS, 1990) é uma concepção dialógica de ensino em ciências naturais onde há uma maior interação entre educador-educando (FREIRE, 1987), e envolve problemas concretos da realidade dos envolvidos tendo como meta principal a libertação cultural dos mesmos. E ao mesmo tempo, trata-se de *alfabetizar tecnicamente as pessoas em vez de as aborrecer com as fórmulas... ou as leis... apreendidas de cor* (BAZIN, 1977).

A preocupação principal reside em partir das coisas do cotidiano, do conhecimento dos educandos, através do levantamento dos objetos reais transformando-os em equipamentos geradores (DE BASTOS, 1995), via atividades práticas e teórico-experimentais. Adotamos como concepção educacional a perspectiva dialógica (FREIRE, 1987 e 1997) e de investigação-ação educacional emancipatória (Carr e Kemmis, In: MION, 1996). Para a organização da ação utilizamos os três momentos pedagógicos (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1992), estes, constituem-se em uma alternativa – problematizadora e dialógica -- na construção das atividades educacionais.

Para a viabilização desta, vivenciamos na prática a espiral auto-reflexiva de planejamento - ação, observação e reflexão e replanejamento. O **planejamento** é a elaboração das nossas atividades educacionais, ou seja, é a ação prospectiva; a **ação** é o gerenciamento da aula propriamente dita; a **observação**, são os registros do que ocorre na aula em relação a ação e o planejamento (são as informações coletadas); a **reflexão** é o retorno aos registros, para *pensar a prática*, e apontar caminhos para planejamentos futuros; e o **replanejamento** é, seguindo os apontamentos do item anterior construir a nova prática mais informada e comprometida. Trabalhando, desta maneira, procuramos resgatar a capacidade de refletir (pensar) e agir, buscando o conhecimento através da investigação e ação, na construção de uma proposta educacional em Física. A meta é diminuir a distância que existe entre o que é ensinado em sala de aula e o que os envolvidos vivenciam no dia-a-dia. Estaremos, contudo contribuindo para a reelaboração da visão de mundo dos envolvidos, conscientizando-nos e ao mesmo tempo potencializando o conhecimento científico na direção da emancipação humana.

Alguns resultados preliminares são: Está ocorrendo maior participação dos educandos em sala de aula; observamos que trabalhando com atividades práticas e teórico-experimentais está havendo a concretização do diálogo. Com o desenvolvimento das aulas, aumentou o interesse dos educandos pelo funcionamento de aparelhos elétricos de suas residências e da criticidade em relação a estes. Aumentou também, a freqüência e a permanência destes em sala de aula.

Enfim, o principal resultado tem se concretizado na visão que os acadêmicos-estagiários desenvolvem sobre o ser Educador -- que não se resume a mero transmissor de conteúdos – bem como com a mudança na sua percepção do mundo, ampliando por exemplo, as discussões inerentes ao ensino da Física com as questões sociais que podem envolver o objetivo deste trabalho e, redimensionando sua profissionalização, que não finaliza no curso de graduação, mas sim, na perspectiva de continuidade, ;por exemplo em um curso de Pós-Graduação.

Referências Bibliográficas

1. DE BASTOS, F. P. **Alfabetização Técnica na disciplina de Física: uma experiência educacional dialógica.** Dissertação de Mestrado. UFSC. 1990.
2. DE BASTOS, F. P. **Pesquisa-Ação Emancipatória e Prática Educacional Dialógica em Ciências Naturais.** Tese de Doutorado, USP/FE/PPGE, São Paulo, 1995.
3. FREIRE, P. **Conscientização**, 3^a ed. São Paulo, Moraes. 1980.
4. FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia.** Paz e Terra, São Paulo, 1996.
5. FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**, 17^a ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra. 1987.
6. GREF. **Física.** Vol.3, EDUSP, 1990.(vários autores).

7. MENEZES, L.C. **Novo (?) Método (?) Para Ensinar (?) Física (?)**. São Paulo, Revista de Ensino de Física, vol. 2, n. 2, p. 85 a 97, mai/80.
8. MENEZES L.C et alli. **Objetos e Objetivos no Aprendizado de Física**. Caderno de Resumos do EPEF. UFSC/CEU/ME, Florianópolis, maio de 94.
9. MION, R.A. et alli. **Prática Educacional Dialógica em Física Via Equipamentos Geradores**. In: Caderno Catarinense de Ensino de Física, Vol 12, nº 01, Florianópolis-SC, 1995.
10. MION, R. A. **Processo Reflexivo e Pesquisa-Ação: apontamentos sobre uma prática educacional dialógica em física**. Dissertação de Mestrado. PPGE, UFSM-RS, 1996.
11. SOUZA BRITO, Antônio Augusto. **Das coisas da vida para a física das coisas: um exemplo em eletricidade**. Campina Grande-Ba, Revista de Ensino de Física, vol. 07, n.02, p. 03 a 20, dez/85.

PAINEL 15.2 - ALFABETIZAÇÃO TÉCNICA E INVESTIGAÇÃO-AÇÃO EDUCACIONAL EMANCIPATÓRIA: UMA EXPERIÊNCIA VIVIDA NO ENSINO DE FÍSICA

SANTOS, Elias Antunes¹, CAMARGO, Sérgio¹ e MION, Rejane Aurora²

¹ Acadêmicos do curso de licenciatura em Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/PR.

² Professora de Metodologia e Prática de Ensino de Física na UEPG/PR e doutoranda em Educação: Ensino de Ciências Naturais - UFSC-Florianópolis - SC

A influência do papel da energia, na civilização atual coloca um problema aos professores de física. Constatamos, via observações prévias, que o tópico de eletricidade como vem sendo desenvolvido no ensino médio não está ajudando de forma adequada os envolvidos compreender os fenômenos elétricos presentes no cotidiano.

Angustiados com esta situação, que se repete no ensino médio de nosso país, mais especificamente no contexto das escolas públicas de Ponta Grossa-PR, procuramos neste trabalho uma resposta à seguinte questão: Como a física pode contribuir para a formação de cidadãos? Para desenvolver este trabalho estaremos investigando nossas próprias práticas educacionais. Pretendemos com essa concepção de trabalho em ensino de física, poder contribuir para transformação da realidade através do conhecimento científico, isto é, potencializar esse conhecimento, uma vez que este trabalho não é de ordem técnica, ele é consequência de uma opção política a favor dos seres humanos, na grande maioria trabalhadores, que são elementos fundamentais no funcionamento dos meios de produção da sociedade em que fazemos parte.

O ensino de física só adquire sentido para os trabalhadores se lhe servir de ferramenta para entender a natureza, e intervir de maneira inteligente e informada na realidade só assim, a classe operária terá a possibilidade de controlar e avaliar sua atividade produtiva, principalmente no que diz respeito ao domínio científico-tecnológico. Sendo assim, a nossa preocupação principal reside em partir das coisas do cotidiano, do conhecimento dos envolvidos, através de exemplos práticos, numa busca de mudar esta situação. O que se pretende com a alfabetização técnica^{não} é a formação de técnicos, mas sim, que pelo menos os educandos dominem alguns aspectos técnicos e princípios de funcionamento de algumas máquinas e sistemas, trabalhando na direção da conscientização dos envolvidos, potencializando o conhecimento científico na direção da emancipação humana.

Para a realização da experiência educacional (o estágio), a partir de observações feitas nos colégios, montou-se um grupo de acadêmicos que apresentaram uma proposta de ensino voltada para 3º ano do ensino médio, onde se trabalha o tópico de eletricidade. Este grupo foi dividido em duplas e cada dupla trabalhou em um colégio da rede pública na cidade de Ponta Grossa/PR, sendo uma no período matutino e outra no noturno. Adotamos como concepção educacional a perspectiva dialógica Freireana. (FREIRE, 1987 e 1997). Para a organização da ação utilizamos os momentos pedagógicos (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1992).

A perspectiva de trabalho educativo que vem sendo por nós construído, é balizada pela investigação-ação educacional emancipatória (CARR e KEMMIS, 1988) e a concepção de alfabetização técnica (DE BASTOS, 1990). Para a otimização do processo, vivenciamos na prática a espiral auto-reflexiva de planejamento, ação, observação e reflexão. E para iniciarmos o trabalho de investigação procedemos da seguinte maneira: Levantamento dos objetos reais (investigação temática), com o objetivo de concretizar o diálogo em torno de aparelhos elétricos. Após este levantamento inicial, propomos que os educandos classificassem os aparelhos a partir daquilo que têm em comum no seu mecanismo de funcionamento. Caracterizando os aparelhos como: Aparelhos resistivos, motores elétricos, fontes de energia elétrica, elementos de sistemas de comunicação e informação, componentes elétricos e eletrônicos e materiais semicondutores.

Com este levantamento iniciou-se o diálogo sobre o funcionamento dos aparelhos, criando assim situações problemas. Com o surgimento das situações problemas, construiu-se atividades práticas e teórico-experimentais, onde o conteúdo trabalhado foi desenvolvido sendo que, ocorreu em torno dos objetos reais na perspectiva de transformá-los em equipamentos geradores. Como desafio inicial, os educandos foram problematizados com o intuito de que nos fornecessem explicações a respeito dos aparelhos elétricos que foram levados por nós para a sala de aula e em torno dos quais, foram elaboradas as atividades educacionais

(ativ. Práticas e teórico-experimentais). Como exemplos de objetos levados para a sala de aula citamos: Chuveiros elétricos, lâmpadas incandescentes, ferro elétrico, resistências em geral, etc.

Para organização deste conhecimento, com o intuito de sistematizar o fazer educativo para poder refletir posteriormente sobre a prática, os questionamentos foram sendo colocados no quadro negro, na busca de ocorresse a reelaboração entre o conhecimento empírico dos educandos e o conhecimento formal a ser construído.

Após ministrada a aula (ação), fez-se os registros -- observações coletadas na ação, documentando o que ocorreu na ação em relação, também ao planejamento. A partir desses dados fez-se a análise - reflexão, coletivamente de forma colaborativa, apontando caminhos para posterior replanejamento. No processo de reflexão, o grupo se reuniu para discussão de resultados e elaboração de um novo planejamento, vivenciando desta forma a espiral auto-reflexiva de fases, acima descrita, caracterizando uma investigação.

Tivemos de imediato alguns resultados, bem como algumas limitações: A principal limitação foi a falta de materiais para desenvolver as atividades, pois no colégio não há aparelhos de medidas, tais como: Amperímetro, voltímetro, fontes de tensão, cabos condutores, etc e que juntamente com os objetos reais são indispensáveis para transformar estes objetos em equipamento gerador. Os resultados obtidos foram: Maior participação dos educandos em sala de aula, com isso conseguimos a concretização do diálogo; maior interação entre educador-educando e educando-educando; aumento da criticidade dos educandos em relação a física que eles presenciam no dia-a-dia; maior permanência dos educandos em sala da aula, aumentando a freqüência e principalmente maior auto-entendimento da nossa prática educacional, possibilitando-nos o planejamento da mudanças necessárias para o seu redirecionamento.

A observação de algumas situações reais levou-nos a concluir que esta forma de ensino é uma alternativa para mudar a concepção de ensino e de formação de professores de Física em nosso País. Pois a mesma, diminui a distância entre senso comum e conhecimento científico, bem como, teoria e prática, ensino e pesquisa. Trabalhamos colaborativamente e junto aos educandos, não como alguém que sabe tudo, isto é, dono do saber, mas como alguém inacabado que está constantemente investigando a sua própria prática e agindo, com isso aprendendo e ensinando, transformando-nos em investigadores ativos em uma comunidade de aprendizagem

PAINEL 15.3 - UMA OFICINA PARA O ENSINO DA ÓTICA GEOMÉTRICA

Sandra Waleska Faz de Castro e Souza¹ e Francisco Nairon Monteiro Júnior²

¹Escola Martins Júnior – SEC / PE (e-mail: casttro@elogica.com.br); ²Universidade Federal Rural de Pernambuco

1. Introdução:

Numa época em que os recursos voltados para a educação são ceifados pelas dificuldades econômicas da maioria de nossas escolas, o laboratório didático alternativo pode assumir um papel relevante no ensino da ciência. A despeito, porém, do consenso existente de que as atividades experimentais podem propiciar aos alunos uma aprendizagem mais ativa dos conceitos trabalhados, o trabalho de laboratório geralmente corresponde à parte menos satisfatória dos cursos de física, tanto do ponto de vista dos estudantes como dos professores. Todavia, as tentativas de influenciar o sistema educacional, introduzindo e incrementando as atividades práticas, têm se mostrado, na escola brasileira, quase completamente inócuas, sugerindo a existência de condições especiais responsáveis por essa dificuldade no sentido de uma valorização objetiva da experimentação em programas de ensino médio de Física.

A busca da problematização dos conceitos físicos ligados à ótica, levou-nos à concepção do presente trabalho, intitulado “Uma Oficina Para o Ensino da Ótica Geométrica”. Utilizamos atividades experimentais significativas para um ensino teórico-prático, onde os obstáculos conceituais podem ser enfrentados e posteriormente ultrapassados, podendo levar a um processo de mudança conceitual, tornando-os, de alguma forma, mais coerentes e estruturados. Procuramos evitar procedimentos que poderiam contribuir para o surgimento de outras concepções alternativas.

2. Objetivos:

Nesta oficina, os experimentos seguem uma seqüência didática dos conceitos físicos. Muitos destes conceitos podem ser trabalhados em mais de um experimento, de forma que esta seqüência não é a única possível, podendo-se ter outros pontos de partida. Nada nos impede de começar o ensino da Ótica vendo os conceitos envolvidos no funcionamento das lentes, basta que saibamos dar uma fundamentação simples dentro das possibilidades de entendimento do aluno. Uma vantagem disto é que, uma vez que apresentamos um conceito em várias situações diferentes, podemos criar meios de possibilitar uma aprendizagem mais eficaz. Os experimentos propostos poderão ser utilizados como forma de discutir e contextualizar os conteúdos ensinados. Em resumo, um trabalho experimental, por mais simples que possa ser, constitui-se num recurso poderoso para auxiliar na compreensão e na aprendizagem significativa dos assuntos em estudo.

Não se pretende que o trabalho aqui exposto seja um curso completo de ótica, mas uma busca de alternativas para um ensino livreiro e que tem freqüentemente ignorado as diferentes interpretações dos estudantes. Neste sentido, de tentativa de busca de alternativas, vários experimentos são propostos e os

principais conceitos físicos são discutidos no intuito de sugerir possibilidades de guiar uma problematização. A efetivação de tais tentativas problematizadoras, no entanto, fogem ao escopo do presente trabalho.

3. Metodologia:

Apresentamos uma série de experimentos simples, de fácil confecção e que poderão ser construídos com materiais alternativos. Com estes poderemos vivenciar os conceitos envolvidos no estudo da Ótica Geométrica, num processo de busca de conexões com situações vividas pelos estudantes, no intuito de guiar um estudo mais ativo destes conceitos. Tais experimentos foram montados como parte experimental, os projetos de montagem, as dificuldades encontradas neste processo, bem como as sugestões de utilização em sala de aula foram incorporadas ao presente trabalho, constituindo-se num possível guia para aqueles professores que se proponham a um trabalho experimental dentro da linha que ora propomos.

PAINEL 15.4 - DESENVOLVIMENTO DE UM KIT PARA O ENSINO DE ÓPTICA

*George K. Shinomiya¹; Mikiya Muramatsu
Jocemar Regina C. Ribeira²; Ricardo Horowicz*
Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo
¹e-mail : george@fge.if.usp.br; ²e-mail: jrre@if.usp.br

O projeto visa o desenvolvimento de um kit que permita a execução de vários experimentos em óptica, tornando o ensino desse assunto mais concreto e motivante. O projeto, que tem o apoio da FAPESP, está sendo desenvolvido de forma conjunta pelo Instituto de Física da USP de São Paulo e de São Carlos, Estação Ciência, professores da Rede Pública do Estado de São Paulo e a empresa Optovac. O kit contém vários componentes ópticos como espelhos, lentes, prismas, duas pequenas lanternas que funcionam como fontes luminosas, etc., que possibilitam a visualização de fenômenos de reflexão e refração da luz, formação de imagens e o funcionamento de alguns instrumentos ópticos, tais como: lupas, óculos, lunetas e câmeras fotográficas. Em função do uso destes kits serão investigadas as seguintes questões: É possível ensinar óptica aos vários níveis (fundamental e médio) com conjuntos experimentais (kits)? Quais kits são necessários para o ensino dos diversos conceitos físicos básicos da óptica? Que outras habilidades são transmitidas pelo material? Qual o efeito do uso do material sobre o professor e sobre a escola? Qual o impacto dos kits no desempenho dos alunos? A participação dos professores na elaboração do material moderno melhora seu desempenho em sala de aula? Em uma fase preliminar, os kits estão sendo aplicados pelos professores participantes do Projeto, atingindo cerca de 2000 alunos da Rede Pública do Estado de São Paulo, para verificar a eficácia do Projeto.

INTRODUÇÃO

É sabido que o ensino da Física, em qualquer nível, é mais eficiente quando o aluno recebe em paralelo a formação teórica e a experimental. Esta última normalmente é relegada a segundo plano, quer por razões culturais, quer por razões práticas de viabilidade em montar-se um laboratório nas escolas. De fato, o relativo alto custo envolvido na montagem de um laboratório permanente nas escolas torna essa prática incomum.

Esta realidade tem porém elevados custos em termos da formação do estudante: o aluno tem uma visão excessivamente abstrata da Física, tendendo a identificá-la como uma mágica seqüência de fórmulas aplicáveis apenas em exercícios acadêmicos. Ao contrário, quando o aluno tem a oportunidade de manipular instrumentos e observar, por si mesmo, os fenômenos estudados, todo um novo horizonte se abre, revelando-lhe a ligação direta da formulação matemática com o mundo que o rodeia. Desta forma, conceitos como "trajetória óptica", "lentes divergentes", "imagens virtuais", "refração" ou "interferência" deixam de ser áridos vetores e traçados geométricos para se concretizarem em belas cores e formas, diretamente observáveis, manipuláveis pelo aluno com grande facilidade. A Física torna-se algo próximo, interessante, os fenômenos atraentes e estimulantes, e toda a ligação entre o formalismo e o mundo real lhe é revelado. Além disso introduz noções de experimentação na Ciência, em particular na Física.

Os kits que propomos neste Projeto visam contribuir para o estabelecimento deste vínculo, pois é esta dimensão experimental que consideramos fundamental resgatar no ensino. Desenvolver nossa capacidade de observação, aferir nossa percepção, comprovar afirmativas para que não pareçam dogmáticas, testar "o que aconteceria se..." são atitudes tão fundamentais para o conhecimento físico quanto o domínio de sua linguagem formalizada.

OBJETIVO E METODOLOGIA

O projeto irá desenvolver, em equipe mista de professores do Ensino Fundamental e Médio e da Universidade, material didático simples e de boa qualidade para o ensino de óptica e realizar ao mesmo tempo reflexões sobre o processo e seu impacto no ensino. Os professores da Rede Pública participamativamente de todas as etapas, do planejamento à elaboração do material, e de sua avaliação em sala de aula.

Todo o processo será acompanhado por monitores, registrado em roteiros de acompanhamento, e avaliado. Este acompanhamento será feito também nas salas de aula, estudando-se o desempenho dos

professores e dos alunos. O desempenho dos professores será avaliado através da análise dos planos de aula, dos relatórios, do planejamento do curso, das aulas ministradas e dos exercícios. Desta forma teremos indicadores de desempenho que nos permitirão avaliar o impacto que o uso dos kits provoca no ensino da óptica. O desempenho dos alunos será avaliado pela análise da evolução do aprendizado.

Entre outros índices, poderemos julgar se a participação do professor na elaboração dos kits resulta numa maior clareza na sala de aula. Poderemos também investigar se a abordagem dos conceitos de óptica moderna (conceito do fóton, laser, etc.) podem ser abordados de forma adequada utilizando-se os kits.

O Projeto visa ainda uma atualização dos professores do Ensino Fundamental e Médio através de cursos ministrados pelos professores coordenadores do Projeto. Nesses cursos também são discutidos experiências de Óptica Física (difração e interferência) com discussões sobre princípios e propriedades da luz Laser e uma aplicação motivante que é a Holografia.

O KIT DE ÓPTICA - EXPERIMENTOS

A base para a realização dos experimentos de óptica geométrica, consiste na obtenção de um feixe de luz bem fino, o que é obtido de modo simples com uma lanterna e uma fenda. A partir daí pode-se estudar de modo concreto a trajetória do feixe de luz em várias situações dentro do ensino de óptica, tais como: reflexão em espelhos planos e curvos, refração, reflexão total, dispersão da luz, etc.

Fig. 1 Componentes do kit.



Fig. 2 Reflexão em espelho curvo.

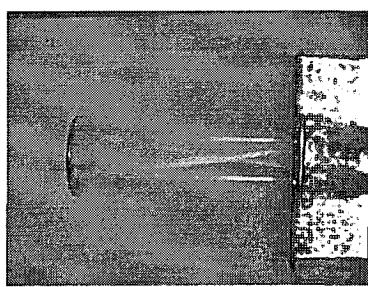


Fig. 3 Refração em lente convergente.

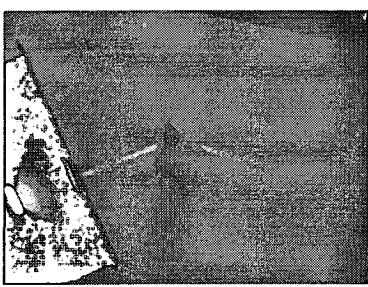


Fig. 4 Fibra óptica.



Fig. 5 Lâmina de faces paralelas.

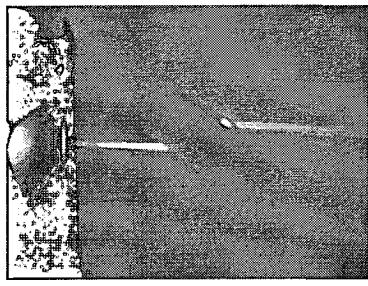
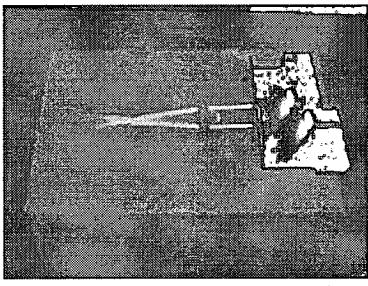


Fig. 6 Prisma.



Tendo em vista que o projeto ainda está em desenvolvimento muitas experiências foram modificadas e muitas outras elaboradas a partir da aplicação em sala de aula, mostrando que o kit é flexível na sua aplicação, podendo ser adaptado de acordo com o programa e condições de ensino para facilitar o aprendizado de óptica. Está sendo elaborado um kit para o professor, objetivando a demonstração dos fenômenos da óptica geométrica e experiências de óptica física, a fim de discutir conceitos de difração e interferência.

BIBLIOGRAFIA:

1. Arribas, Santos Pirez. Experiências de Física ao alcance de todas as escolas. Universidade de Passo Fundo, 1983.
2. Castorina, José Antonio; Ferreiro, Emilia; Lerner, Delia; Oliveira, Marta Kohl. Piaget - Vygotsky - Novas Contribuições Para o Debate.
3. Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Física v.2. Editora da Universidade de São Paulo, 1991.
4. Harvard University. Project Physics. Holt, Rinehart and Winston Inc., New York, 1968.
5. Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura. Algumas Propriedades da Luz: projeto piloto da Unesco para o ensino de física. São Paulo, 1964.
6. PSSC - Physical Science Study Committee. Física - parte II 4ª edição. Editorial Reverté S.A., 1972.
7. E. Hecht. Óptica. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1991.

PAINEL 15.5 – O CURRÍCULO DE CIÊNCIAS PARA O ENSINO FUNDAMENTAL: EM BUSCA DE UMA NOVA IDENTIDADE

Helder Figueiredo e Paula¹ e Orlando Aguiar Jr.²

¹Cecimig/UFGM - helder@coltec.ufmg.br; ²Faculdade de Educação/UFGM - orlando@fae.ufmg.br

O presente trabalho pretende refletir sobre uma experiência, em andamento, de inovações curriculares no bojo de um Projeto Piloto desenvolvido pela Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais (SEE/MG). A Proposta Curricular de Ciências foi elaborada de modo a motivar e permitir uma discussão acerca da função social do ensino de ciências, na perspectiva do enfrentamento dos desafios colocados perante a educação escolar, pelas transformações e demandas de nossa sociedade atual. A equipe de consultores de ciências do Projeto, da qual fazemos parte, foi formada com dois membros de cada uma das disciplinas, tendo como ponto de partida um projeto de reestruturação curricular no Centro Pedagógico da UFMG, em andamento (Lima, Aguiar e Moura, 1997).

O Projeto está sendo desenvolvido no contexto de implantação, pela SEE/MG, da lógica de ciclos e o fim da seriação. A nova proposta de Ciências Naturais pretende constituir-se em fonte de orientação e de subsídios para a construção de uma prática pedagógica mais adequada à nova realidade (Secretaria de Estado da Educação de MG, 1998).

O ensino de ciências tem sido objeto de um conjunto de pressões externas e insatisfações internas quanto ao seu currículo, tanto no que se refere à organização, seqüência e seleção de conteúdos, quanto nos aspectos relativos à metodologia de ensino. Tem sido freqüente a constatação de uma enorme defasagem entre aquilo que se propõe com o ensino de ciências e os resultados efetivamente alcançados (Millar, 96; Claxton, 1991).

O currículo proposto foi estruturado em Unidades Temáticas, isso é, unidades de ensino relativamente autônomas e organizadas em torno de atividades teórico-práticas. O conjunto dessas unidades temáticas pretende compor uma totalidade que, sendo aberta e flexível, tenha uma identidade própria e um certo modo de conceber o ensino e a aprendizagem em ciências. Tal identidade se afirma em torno de quatro pontos fundamentais, a saber:

1. A organização dos conteúdos do ensino de ciências em torno de temas, vinculados à vivência e à existência de nossos alunos e alunas. Desse modo, pretende-se desenvolver conceitos científicos no diálogo com saberes sociais e com as múltiplas realidades da vida contemporânea, transformando o cotidiano em objeto de investigação e pesquisa.
2. A busca de comunicação entre os saberes das várias disciplinas que compõem a área de Ciências Naturais, sem que tais relações impliquem numa falsa identidade, nem tampouco subordinação ou redução.
3. A recursividade enquanto compromisso didático, no ir e vir de conceitos centrais e estruturadores do currículo em diferentes níveis de complexidade e em diferentes contextos de aplicação.
4. O conhecimento prévio dos estudantes enquanto ponto de partida para um diálogo que pretende promover reestruturações conceituais progressivas.

A nosso ver, um dos principais problemas do ensino de ciências consiste na desvinculação de seus conteúdos com as realidades e necessidades da vida contemporânea. Os estudantes, com freqüência, apresentam muitas dificuldades em selecionar informações de diferentes fontes, estabelecer relações entre os conteúdos da ciência escolar e situações que fazem parte de suas vidas, fazer inferências e tirar conclusões a partir das contribuições desses conteúdos para se relacionar no mundo e com o mundo.

A prática atual, consagrada num grande número de livros didáticos, consiste em organizar os conteúdos do currículo através de uma seqüência de conceitos e teorias científicas, rigidamente hierarquizados e articulados entre si. O pressuposto implícito em tal perspectiva é de que a aprendizagem de princípios e conceitos abstratos da ciência precede sua aplicação nos contextos particulares da vida contemporânea. Assim sendo, as aplicações aparecem como “curiosidades”, leituras, problemas e exercícios ao final de cada unidade.

A proposta curricular inverte essa relação entre conceitos e contextos, ao organizar os conteúdos do ensino de ciências em torno de temas, vinculados à vivência e à existência de nossos estudantes. Sabemos ser impossível dissociar a aprendizagem de conceitos dos contextos que colocam o estudante frente a desafios e problemas. São os contextos que mobilizam a atenção do aprendiz e que justificam o esforço intelectual necessário para o estabelecimento de relações e construção de modelos explicativos de maior abrangência e complexidade.

Contextos significativos são aqueles que nos causam estranheza e que exigem de nós novas formulações e explicações, que constituem problemas para a humanidade e que de alguma maneira fazem parte de nossa vida. Não se trata, necessariamente, do contexto mais próximo. Por exemplo, o conhecimento sobre o Universo, satélites e viagens espaciais são contextos de significados, embora “distantes” do nosso dia a dia. O currículo de ciências deve ser capaz de transcender o contexto local e imediato, mas não pode se

furtar a considerá-lo enquanto objeto de estudo, no sentido de compreender e transformar o espaço em que vivemos.

Ensinar e aprender ciências significa permitir ao aprendiz entrar numa cultura científica e tecnológica. Ser capaz de refletir sobre nossa realidade social e política. Tomando como objeto de nossa atenção os contextos significativos de aprendizagem, dentre eles o nosso dia a dia, pretendemos transformar o cotidiano em objeto de investigação e pesquisa. O que está proposto é um olhar de estranheza sobre aquilo que tomamos como simples e corriqueiro e que consequentemente parece não requerer estudo ou especulação.

O contexto sugerido por cada unidade temática estabelece, de certa forma, os recortes conceituais necessários ao seu desenvolvimento. Na escolha e proposição dessas unidades foi considerada a necessidade de tratamento de idéias centrais nas várias disciplinas que compõem as Ciências Naturais. Por outro lado, não nos preocupamos em estabelecer limites bem definidos entre as contribuições da Biologia, Química ou Física. A vantagem desse tipo de abordagem está em compor a área de Ciências Naturais com um olhar mais generoso e abrangente para as realidades em estudo. Os contextos reais são, por natureza, interdisciplinares, e uma especialização precoce das várias disciplinas científicas não nos parece adequada a um curso introdutório de Ciências.

A aprendizagem contextualizada envolve ainda a consideração dos conhecimentos prévios dos estudantes, na medida em que os temas e contextos em estudo só podem ser resgatados a partir de tais conhecimentos. Na perspectiva de uma educação dialógica, é fundamental considerar o ponto de vista do outro (nesse caso, nossos alunos). Entretanto, o compromisso do ensino de ciências deve ser com a mudança e a evolução dessas formas iniciais de entendimento. Devemos não apenas partir dos conhecimentos prévios dos estudantes levando em conta suas necessidades e interesses, mas sobretudo superar, transformar e transcender tais conhecimentos, interesses e necessidades.

Referências Bibliográficas:

1. CLAXTON, G. (1991) - *Educating the inquiring mind: the challenge for School Science*. London: Harvester Wheatsheaf.
2. LIMA, M. Emilia C. AGUIAR Jr. Orlando & BRAGA, Selma M. (1997). A construção de um currículo de Ciências para a 5^a a 8^a séries do Ensino Fundamental: um trabalho de parceria FaE – Centro Pedagógico. Anais do I Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências. Águas de Lindóia, pp. 357-365.
3. PAULA, Helder F.; AGUIAR Jr., Orlando; LIMA, Maria Emilia; SILVA, Nilma S.; MARTINS, Carmen M. e BRAGA, Selma M. (1998). Uma Proposta de Reformulação do Curriculo de Ciências para o 2º Ciclo do Ensino Fundamental (versão preliminar). Secretaria de Estado de Educação de MG.
4. MILLAR, Robin (1996) - Towards a science curriculum for public understanding. In: *Science School Review*, v. 77, n. 280: 7-18.
5. Secretaria de Estado da Educação de MG. Projeto Piloto de Inovações Curriculares e Capacitação de Professores de 2º Ciclo do Ensino Fundamental da Rede Estadual de MG, Publicação Interna, março de 1998.

PAINEL 16.1 - ARGUMENTAÇÃO NA AULA DE CIÊNCIAS A PARTIR DE UMA ATIVIDADE DE CONHECIMENTO FÍSICO

*Maria Cândida Varone de Moraes Capecchi** e *Anna Maria Pessoa de Carvalho*

*Bolsista de mestrado FAPESP/FEUSP, e-mail: mcandida@usp.br

¹FEUSP, e-mail: ampdcarv@usp.br

Argumentação nas aulas de ciências

O desenvolvimento de habilidades de argumentação é de grande importância na formação de cidadãos conscientes e participantes. No contexto de ensino de ciências, o desenvolvimento de tais habilidades entre os estudantes pode proporcionar a formação de uma idéia de construção social do conhecimento científico, bem como, a familiarização com a linguagem própria desta área de conhecimento (Driver e Newton, 1997). É importante que os estudantes sejam estimulados a apresentar suas idéias sobre problemas científicos, analisando evidências e suas proximidades com diferentes teorias em busca de argumentos que dêem suporte a seus pontos de vista (Kuhn, 1993). Para estimular tais habilidades de argumentação é necessário o planejamento de atividades que privilegiam a elaboração de hipóteses, assim como a discussão de evidências a favor e contra as mesmas (Jiménez Aleixandre, M. P. e col., 1998). Além da importância da escolha de atividades adequadas visando o desenvolvimento de tais habilidades, a forma como o professor intervém nas discussões dos alunos é fundamental (Mortimer e Machado, 1997).

Procuramos identificar num episódio de ensino de ciências as formas de argumentação dos alunos, atribuindo níveis de qualidade de acordo com Driver e Newton (1997), além de acompanhar as formas de intervenção da professora durante a discussão, de acordo com Mortimer e Machado (1997). Outro aspecto a ser investigado é verificar se uma atividade de conhecimento físico é adequada para estimular a argumentação dos alunos.

Descrição do episódio de ensino

O episódio de ensino a ser analisado corresponde a uma parte de uma aula de ciências realizada com alunos do primeiro ciclo do ensino fundamental, antiga segunda série do primeiro grau, com idades variando entre 8 e 10 anos. O problema proposto nesta aula foi uma atividade de conhecimento físico (Carvalho e colaboradores, 1998) relacionada ao conceito de pressão. Aos alunos foi solicitado que mantivessem um pequeno pote, com um orifício na base, sempre cheio de água. Porém só era permitido acrescentar água em um tubo de plástico transparente, semelhante a uma proveta, com um pequeno orifício próximo à base, pelo qual saía água na direção do pote.

O episódio de ensino analisado corresponde à fase posterior à resolução do problema. Nesta fase, primeiramente, é solicitado aos alunos que contem **como** encontraram a solução e, posteriormente, é solicitado que expliquem **porquê** a solução apresentada foi a mais adequada.

Referenciais Teóricos

I. Alternância entre discursos persuasivo e autoritário por Mortimer e Machado (1997) a partir de Wertsch (1991):

Funções do texto escrito ou falado:	
Transferir Significados	Gerar Novos Significados
↓	↓
De autoridade	Internamente persuasivo
↓	↓
Códigos do transmissor e do receptor coincidem	Texto é instrumento de pensamento e não apenas um elo passivo entre transmissor e receptor
↓	↓
Demandam fidelidade e não apropriação livre das palavras	Procura as contra-palavras; é compartilhado
↓	↓
uma única voz	múltiplas vozes
↓	↓
Padrão I-R-F avaliativo	Padrão I-R-F elicitativo

II. Qualidade dos argumentos por Driver e Newton (1997) a partir de Toulmin (1958):

<i>Tipo de Argumento</i>	<i>Nível</i>
Afirmiação isolada sem justificativa	0
Afirmações competindo sem justificativas	0
Afirmação isolada com justificativa	1
Afirmações competindo com justificativas	2
Afirmações competindo com justificativas e qualificadores ¹	3
Afirmações competindo com justificativas respondendo por refutação	3

Resultados

Durante a discussão os alunos levantaram suas observações relacionando o alcance do jato e a altura da coluna d'água e a influência da pressão atmosférica no escoamento da água. Embora algumas vezes suas explicações fossem confusas, os alunos apresentaram afirmações com justificativas correspondendo ao nível de qualidade 1.

O discurso da professora variou entre os padrões IRF elicitativo, predominante na fase de descrição de como o problema foi solucionado, e avaliativo, predominante durante a busca de uma explicação causal.

Discussão

Observamos que a atividade de conhecimento físico pode estimular a argumentação dos alunos. A dificuldade dos alunos em chegar a explicações causais impossibilitou a extensão da discussão para situações do cotidiano relacionadas ao tema estudado, o que talvez justifique a permanência das argumentações no nível 1. Em um trabalho anterior (Capecchi e Carvalho, 1998) observamos que o nível das argumentações aumenta quando esta extensão na discussão ocorre. Na segunda parte da discussão a professora esperava que os alunos chegassem a explicações causais sobre o fenômeno estudado, porém estes continuavam descrevendo como resolveram o problema e não porquê aquele método funcionou, o que explica a predominância do padrão avaliativo.

* Apoio financeiro FAPESP

¹Entendendo-se qualificadores por especificações das condições sob as quais a afirmação pode ser tomada por verdadeira.

Referências Bibliográficas

1. Capecchi, M. C. V. M. e Carvalho, A. M. P., 1998. Características da Argumentação em Diferentes Episódios de Ensino de Ciências. Trabalho apresentado no *VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 26 a 30 de outubro, Florianópolis.
2. Carvalho, A. M. P.; Gonçalves, M. E. R.; Vannucchi, A. I.; Barros, M. A. E Rey, R. C., 1998 *Ciências no Ensino Fundamental*. São Paulo, Scipione.
3. Driver, R.; Newton, P., 1997. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Paper prepared for presentation at the ESERA Conference*, 2 – 6 September, 1997, Rome.
4. Jiménez Aleixandre, M. P; Reigosa Castro, C.; Álvarez Pérez, V., 1998. Argumentación en el Laboratorio de Física. Trabalho apresentado no *VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, 26 a 30 de outubro, Florianópolis.
5. Kuhn, D., 1993 Science as Argument: Implications for Teaching and Learning Scientific Thinking. *Science Education* 77 (3) p. 319 – 337.
6. Mortimer, E. F. e Machado, A. H., 1997. Múltiplos Olhares sobre um Episódio de Ensino: “Por que o gelo flutua na água?”. *Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências*. Belo Horizonte.

PAINEL 16.2 – A FÍSICA MODERNA E O PROFESSOR DO ENSINO MÉDIO

Carla C. Oliveira¹ e Yassuko Hosoume²

¹Estudante de Pós-Graduação IFUSP/FEUSP (Bolsista CAPES/SPEC)

²IFUSP - yhosoume@axpfep1.if.usp.br

O presente trabalho busca mostrar qual a compreensão que os professores de Física do ensino médio tem a respeito da Física Moderna, através das relações que eles estabelecem entre os conteúdos físicos e suas aplicações.

Vários autores defendem a inserção da Física Moderna na escola média, por diferentes razões. Mas será que os professores estão preparados para isto?

Para respondermos a esta questão, aplicamos um questionário junto a um grupo de 33 professores da rede estadual de ensino. A maioria destes professores, 49%, é licenciado em Matemática e os formados em Física constituem apenas 31% do total.

O questionário aplicado compõe-se de sete questões, onde abordamos o conceito de Física Moderna de maneira geral, bem como os fenômenos e mesmo os dispositivos que estão a ela relacionados. Também haviam questões envolvendo a Física Nuclear, Física Quântica e Relatividade.

Os resultados não foram animadores. A grande maioria dos professores relaciona Física Moderna a uma única teoria, em particular com a Relatividade de Einstein. Por exemplo, quando questionados sobre o significado de Física Moderna, as respostas que comparecem são do tipo:

“Eu falaria de Einstein, da teoria da relatividade, da não validade das leis de Newton quando falamos de corpos que se movimentam com velocidades muito grandes.”

“A Física que surgiu com o aparecimento de Einstein (teoria da relatividade).”

Poucos incluiriam Bohr, pela Teoria Quântica:

“É aquela que surgiu com a teoria quântica (Bohr) e a teoria da relatividade (Einstein).”

Encontramos ainda, algumas respostas envolvendo a Física Nuclear. Vejamos alguns exemplos:

“Física Nuclear, Radioatividade, usinas atômicas, etc., pois são, talvez, os assuntos (e fenômenos relacionados a eles), os mais divulgados e explorados.”

“Fenômenos ligados à fissão e fusão nuclear – bombas atômicas, que foram possíveis após o domínio da estrutura atômica...”

Outros identificam a Física Moderna com o progresso científico e tecnológico, que estuda os fenômenos mais recentes (ou melhor, com aquilo que é “moderno”):

“A Física é uma ciência e assim passa por modificações no decorrer de sua história que está diretamente ligada ao progresso científico e tecnológico...”

É a parte da Física que explica fenômenos atuais, se bem que tudo (ou quase) tem a ver com os conceitos tradicionais. A Física Moderna utiliza os conceitos clássicos e novas teorias surgem.”

Seguindo esta mesma linha de comparação também encontramos relações de “Moderna” com nosso dia a dia:

“Que é a física do nosso dia-a-dia, aquela que partimos da observação dos fenômenos, as novas descobertas.”

“...é aquela do nosso dia a dia o que observamos e fazemos o dia todo está relacionado com a Física.”

Para grande parte, os dispositivos que estão a ela relacionados são: computadores, microondas, cd's, telefones celulares, entre outros. Ou seja, está relacionada aos aparelhos que surgiram a pouco tempo atrás. Interessante notar que para nenhum dos professores, os dispositivos acima foram citados porque podem ser explicados utilizando conceitos da Física Moderna, ou seja, podemos dizer que a relação é feita somente porque estes aparelhos são ditos “modernos”, assim como a Física. Os exemplos abaixo comprovam este fato:

“Cd's, bomba atômica, microondas, etc. Está mais relacionada com a realidade atual.”

“Computador, microondas, formação de imagem em um telão...Com o passar do tempo novas idéias foram surgindo e com isto o avanço da tecnologia.”

Quando questionados sobre que tipo de fenômenos estão relacionados à Física Moderna, um número significativo de professores a relacionaram a todo tipo de trabalho que realizamos, tais como andar, nadar, dirigir, trocar lâmpadas, etc., mas não justificam a resposta. Uma hipótese que podemos levantar é que estes fenômenos fazem parte da vida moderna, daí a relação. Vejamos os exemplos:

“Todo tipo de trabalho que fazemos. Ex.: correr, dirigir, nadar, andar.”

“...está relacionada com tudo aquilo que fazemos, desde que nascemos, andamos, abrir uma janela, tomar, correr, jogar, ligar o chuveiro.”

Além dos exemplos até agora apresentados que relacionam a Física Moderna com a atualidade, várias outras respostas indicam o total desconhecimento dos professores sobre este termo, como podemos observar:

“É a Física Teórica aplicada a situações, problemas, enfim ao cotidiano de todos os alunos, professores e pessoas...”

“É a Física da velocidade de tentar explicar a tudo e por isto tem a obrigação de uma melhor qualidade do produto.”

Frente a um trecho da música “Quanta”, de Gilberto Gil, apenas dois professores conseguiram identificar a questão da dualidade onda-partícula. Muitos sequer responderam a esta questão, o que nos leva a crer que eles não têm os conhecimentos básicos da Física Quântica.

Quanto a questão do paradoxo dos gêmeos, que envolve a Teoria da Relatividade, muitos professores demonstraram saber a respeito, mas deixam claro que a situação só é possível porque o tempo é relativo, mas isto ainda precisa ser comprovado. Um índice relativamente alto de professores concebem o tempo como uma grandeza absoluta, ou seja, não admitem, em hipótese alguma, sua relatividade.

Bibliografia

- AMBROZIO, Maria Lucia. "Outra Óptica para o ensino de Óptica". São Paulo, 1990.2v. Tese de Mestrado apresentada a Universidade de São Paulo - Instituto de Física e Faculdade de Educação.
- GAMOW, George. O Incrível Mundo da Física Moderna. São Paulo, IBRASA, 1980.
- GRUPO DE REELABORACAO DO ENSINO DE FISICA (GREF). Física 2: Física Térmica - Óptica. São Paulo, EDUSP, 1991. Vol.2.
- PIASSI, Luiz Paulo de Carvalho. Que Física ensinar no 2º grau? Elementos para uma reelaboração do conteúdo. São Paulo, dez/1995. Tese de Mestrado apresentada a Universidade de São Paulo - Instituto de Física e Faculdade de Educação.
- TERRAZZAN, Eduardo Adolfó. Perspectivas para a inserção da Física Moderna na escola média. São Paulo, 1994. Tese de Doutorado apresentada a Universidade de São Paulo - Faculdade de Educação.

PAINEL 16.3 - PROPOSTAS METODOLÓGICAS PARA O ENSINO DE FÍSICA APRESENTADAS EM TESES E DISSERTAÇÕES DEFENDIDAS ENTRE 1972 E 1995 NO BRASIL

Décio Pacheco¹ e Jorge Megid Neto²

Faculdade de Educação da UNICAMP

¹dpacheco@obelix.unicamp.br; ²<megid@turing.unicamp.br>

Introdução

O propósito geral que nos levou a tratar do tema foi investigar em que medida a produção acadêmica brasileira, na forma de dissertações e teses voltadas ao ensino de Física, estaria apresentando um potencial teórico-prático para a ação pedagógica na área e, consequentemente, para a formação inicial e continuada de professores da disciplina no nível médio de escolarização. Não se trata, evidentemente, de averiguar a possibilidade da transferência direta de eventuais propostas metodológicas para a sala de aula. O que, na realidade, nos impeliu a essa pesquisa foi tentar compor uma forma de ação, junto a esses professores, que não ignorasse a produção acadêmica já realizada no país.

Alguns estudos preliminares, desenvolvidos por nós, haviam sinalizado uma certa dispersão nos enfoques desses trabalhos, mas até então não tínhamos dados sistemáticos que nos levassem a conclusões consistentes. Daí a necessidade deste trabalho. Porém, apesar dos dados até aqui obtidos, não chegamos, ainda, a um quadro teórico prático definitivo que tenha condições de nortear, pelo menos dentro de um corte espaço-temporal atual, uma ação que atenda o nosso propósito. Conseguimos, no entanto, chegar a desdobramentos que nos indicaram outras questões afins assentadas nos dados desta pesquisa.

Procedimentos e Dados Obtidos

Em busca de identificar propostas metodológicas para o ensino de Física, foram analisadas 251 teses e dissertações sobre o tema, que correspondem, salvo melhor juízo, à totalidade desse tipo de produção acadêmica defendida, entre 1972 e 1995, no Brasil. Esse material foi coletado nas diferentes IES brasileiras, contando com o apoio da FAEP (Fundo de Apoio ao Ensino e à Pesquisa/UNICAMP).

Dos 251 trabalhos analisados, 214 (85,3%) são dissertações de mestrado, 32 (12,7%) são teses de doutorado e 5 (2%) são teses de livre docência. A tabela a seguir apresenta as categorias referentes às propostas metodológicas em que foram classificados os trabalhos realizados, distribuídos pelas décadas de 70, 80 e 90. É importante assinalar que tais categorias emergiram das próprias pesquisas, não tendo sido, pois, escolhidas *a priori*.

Propostas Metodológicas de Ensino de Física Referentes às Teses e Dissertações Distribuídas pelas Décadas de 70, 80 e 90.

Categorias	Década	70	80	90	frequênciā
Não Apresenta		13	65	43	121
Tradicional		2	10	3	15
Redescoberta		9	12	3	24
Tecnicista		25	20	7	52
Construtivista		-	9	23	32
Construtivista (Piaget)		-	4	5	9
Construtivista (Ausubel)		-	6	3	9
Construtivista (Vygotsky)		-	-	3	3
Sócio-Cultural		-	3	6	9
Crítico-Social dos Conteúdos		-	1	-	1
Total		49	130	96	275

Um primeiro dado a comentar é a fração das teses e dissertações que **Não Apresenta** proposta metodológica: 121 (48,2%). São trabalhos que apresentam diferentes focos temáticos, os quais poderiam levar a implicações na ação pedagógica, mas isso depende de interpretações subjetivas de cada educador.

As categorias **Tradicional**, **Redescoberta** e **Tecnicista**, embora indiquem freqüências relativamente altas na década de 80, passam a ser menos freqüentes na década seguinte. Já as demais categorias, principalmente as que contemplam a postura **Construtivista**, aparecem na década de 80 e tendem a aumentar na década de 90, embora nosso trabalho se limite até o ano de 1995.

Observando-se o total das freqüências (275) notamos ser um valor superior ao número de trabalhos analisados (251). Isto se deve ao fato de ocorrerem vários casos de duas categorias pertencerem a uma mesma pesquisa, em muitos casos até contraditórias entre si, mas não discutiremos isso aqui.

Discussão

Um aspecto geral que podemos apontar, considerando as diferentes categorias é que, excetuando-se a postura **Tradicional**, todas as demais caracterizam o aluno como um ser ativo no processo ensino-aprendizagem-conhecimento, ou seja, um ser que, nesse processo, desenvolve alguma atividade. Todavia, parafraseando a pergunta radical de Orlandi (1983), nesse conjunto de posturas pedagógicas flutuantes: *o que é atividade?*, para podermos ter uma identidade sobre a Educação em Física no nosso contexto.

Por outro lado, quanto à contribuição dos resultados das produções acadêmicas para a melhoria da qualidade do ensino de Física, falta averiguar até que ponto os problemas tratados pelas mesmas, acentuando, é claro, seu caráter teórico, são consoantes com as concepções dos professores sobre esse ensino. Por exemplo, a pedagogia construtivista – com suas diversas nuances – é resposta ou solução a um problema original. Será que os professores de Física já se apropriaram desse problema? Ou melhor, será que eles entendem qual a questão educacional que reclama por esse tipo de solução?

O mesmo poderíamos perguntar acerca de outras propostas de ação pedagógica, o que abre novas perspectivas para a pesquisa acadêmica. Contudo, nesse caso, as soluções possíveis necessitariam, não só de abordagens teóricas, mas também das contribuições indissociavelmente necessárias dos professores alocados nas escolas, tendo como ponto de partida as suas práticas educacionais aliadas à problemática do seu dia-a-dia profissional. Isto porque os critérios de análise da realidade escolar adotados por nós, pesquisadores, talvez não sejam os mesmos adotados pelos professores em questão.

Bibliografia

1. COLL, C. et al. **Construtivismo em sala de aula**. São Paulo: Ática, 1996.
2. FAZENDA, I. (org.). **Novos enfoques da pesquisa educacional**. São Paulo: Cortez, 1992.
3. FREITAS, L.C. **Crítica da organização do trabalho pedagógico e da didática**. Campinas: Papirus, 1995.
4. GATTI, B. Retrospectiva da pesquisa educacional no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**. Brasília, v.68, n.159, p.279-88, maio/ago. 1987.
5. KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo de Ciências**. São paulo: EPU: EDUSP, 1987.
6. LIBÂNEO, J.C. **Democratização da escola pública**: a pedagogia crítico-social dos conteúdos. São Paulo: EPU, 1986.
7. MEGID NETO, J. **Pesquisa em ensino de Física do 2º grau no Brasil**: concepção e tratamento de problemas em teses e dissertações. Campinas: Faculdade de Educação, UNICAMP, 1990, (Dissertação de Mestrado).
8. _____ (coord) **O Ensino de Ciências no Brasil – Catálogo Analítico de Teses e Dissertações (1972/1995)**. Faculdade de Educação – UNICAMP, 1998.
9. _____ & PACHECO, D. Pesquisa sobre o Ensino de Física no Brasil: concepção e tratamento de problemas em teses e dissertações. In: NARDI, Roberto (org.). **Pesquisa em ensino de Física**. São Paulo: Escrituras, 1998, p.5-20.
10. ORLANDI, L.B.L. Apontamentos sobre pesquisa em educação. In: Falares de mal querença – a propósito de “pesquisa”, “verticalidade” e “realidade profunda”. **Cadernos IFCH/UNICAMP**, Campinas, N. 8, ago/83.
11. PACHECO, D. et al.. Tempo de avaliação: vinte anos de teses e dissertações sobre ensino de Física no Brasil. In: **Atas do X Simpósio Nacional do Ensino de Física**. Londrina: SBF, jan. 1993, p.182-5.
12. SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação/Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Proposta curricular para o ensino de Física no 2º grau**. São Paulo: S.E.E./CENP, 1988.
13. SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. São Paulo: Cortez/Autores Associados, 1983.

PAINEL 16.4 – O QUE SE PESQUISA SOBRE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO BRASIL - UM CATÁLOGO ANALÍTICO DE TESES E DISSERTAÇÕES (1972-1995)

Jorge Megid Neto¹, Elenise Cristina Pires de Andrade² e Maria da Conceição R. Cabral³

¹FE-UNICAMP, e-mail: megid@turing.unicamp.br; ²FE-UNICAMP, e-mail: nisebara@widesoft.com.br;

³UEPA / FE-UNICAMP, e-mail: merosa@uol.com.br

O presente trabalho recupera, classifica e descreve o conjunto de teses e dissertações brasileiras sobre Educação em Ciências nos vários níveis escolares. Tem por meta o estabelecimento do estado da arte da pesquisa educacional na área, principal linha de investigação do Centro de Documentação em Ensino de Ciências — CEDOC, vinculado ao Grupo FORMAR-Ciências (Estudos e Pesquisas em Formação de Professores da Área de Ciências), da Faculdade de Educação da UNICAMP.

Identifica 572 teses e dissertações produzidas no Brasil, desde 1972 até 1995, classificando os documentos com base nos seguintes aspectos: orientador; instituição e unidade acadêmica; ano de defesa; grau acadêmico (mestrado, doutorado ou livre-docência); nível escolar (educação infantil, ensino

fundamental, ensino médio, educação superior); área de conteúdo (biologia, física, química, geociências, saúde, educação ambiental); foco temático.

Para o foco temático, estabeleceu-se o seguinte conjunto de descriptores: *Curriculo e Programas; Formação de Professores; Conteúdo-Método; Recursos Didáticos; Formação de Conceitos; Características do Professor; Características do Aluno; Organização da Escola; Organização da Instituição/Programa de Ensino Não-Escolar; Políticas Públicas; História do Ensino de Ciências; História da Ciência; Filosofia da Ciência; Outro.*

O produto final do projeto é representado por um Catálogo Analítico, contendo apresentação e detalhamento dos descriptores, quadros de classificação dos 572 documentos, referências bibliográficas e resumos, índices remissivos: instituição, ano de defesa, nível escolar, área de conteúdo e foco temático.

Outros estudos vêm sendo realizados visando analisar algumas tendências da produção na área, as quais serão apresentadas durante o XIII SNEF. Pretende-se atualizar periodicamente o Catálogo, ao menos a cada três anos, e expandir sua divulgação também para a comunidade escolar da educação básica. Para isso, esperamos estabelecer intercâmbio com os vários grupos de pesquisa sobre Educação em Ciências do país, constituindo uma rede de informações e comutação de documentos, ágil, eficiente e de baixo custo.

PAINEL 16.5 - MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DA FÍSICA UTILIZADOS EM ESCOLAS DE SEGUNDO GRAU DE BELO HORIZONTE

Jesús de Oliveira¹, Sérgio L. Tatin¹ e M. Q. Moreno²

¹Colégio Técnico, UFMG; ²Departamento de Física, UFMG

1. Introdução

A avaliação da aprendizagem não costuma ser assunto que mereça ênfase na formação de professores, mesmo em cursos de licenciatura. Em vista disso os autores deste artigo iniciaram, em 1996, um levantamento destinado a conhecer as práticas de avaliação da aprendizagem dominantes nas escolas de segundo grau de Belo Horizonte.

Existem poucos estudos como esse relatados na literatura. O mais expressivo é o estudo de Maria C. Melchior sobre as concepções de 320 professores da primeira à quinta série do ensino fundamental (antigo 1º grau), sobre o tema avaliação de aprendizagem em escolas públicas e particulares na região da grande Porto Alegre¹. O nosso objetivo é mais abrangente, procurando conhecer não apenas as concepções dos professores, mas também a sua atitude frente à avaliação de aprendizagem e sua atividades avaliativas.

A meta era entrevistar pelo menos 100 professores de Física e 500 alunos. Foram identificadas 78 escolas em que se ensinava Física, a cujas diretorias foi dirigida correspondência em que se anuncjava o projeto e era solicitada colaboração, isto é, que fosse facilitado o acesso dos entrevistadores aos professores da matéria. Como entrevistadores trabalharam três monitores, todos alunos do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Minas Gerais.

Foram elaborados dois questionários, um destinado aos professores, outro aos alunos. O questionário dos professores foi estruturado em três partes, não identificadas: a primeira sobre a *atitude* dos professores em relação à avaliação (questões 1 a 16); a segunda relativa à *opinião* que eles mantêm sobre vários aspectos da avaliação (questões 17 a 36); e a última a respeito das *atividades* por eles realizadas durante a avaliação (questões 37 a 56).

2. Resultado do questionário dos professores

a) Questionário sobre a atitude dos professores em relação à avaliação (questões 1 a 16)

O questionário foi construído como uma escala tipo Likert para medida de atitudes²⁻⁵. Nessa escala, várias afirmativas são feitas em relação a diversos aspectos da avaliação e o grau de concordância ou discordância é medido através de cinco respostas possíveis (concordo fortemente, concordo, sem opinião, discordo, discordo fortemente). Uma nota de 1 a 5 é dada de acordo com o grau de concordância, sendo 1 a discordância mais forte (atitude mais desfavorável) e 5 a concordância mais forte (atitude mais favorável).

Foi realizada uma análise da consistência interna das questões (coeficiente de fidedignidade alfa e correlação item total) e 4 itens foram eliminados (questões 1, 2, 13 e 15). Os doze itens restantes têm todos correlação item total maior do que 0,3 e coeficiente alfa de Cronbach 0,8. Com isso garantimos a validade e fidedignidade da escala^{6,7}.

A conclusão que se extrai desses dados é que a atitude dos professores em relação ao processo de avaliação é em geral positiva, mas não fortemente positiva, sem diferenças significativas entre os vários grupos.

b) Questionário sobre a opinião dos professores a respeito de vários aspectos da avaliação (questões 17 a 36)

Esta parte do questionário procura saber a resposta dos professores às seguintes questões: O que é avaliar? Por que avaliar? A quem avaliar? Como avaliar? Quando avaliar? Outras funções da avaliação? A aprendizagem em Física, por ser uma ciência exata, é mais fácil de ser avaliada?

Os resultados permitem concluir que a *opinião sobre avaliação* predominante entre os professores pesquisados é muito positiva; saliente-se, em particular, o alto percentual de respostas favoráveis aos quesitos 23, 24, 27, 28, 30 e 31.

c) Questionário sobre as atividades realizadas pelos professores durante a avaliação (questões 37 a 56)

Esta parte do questionário procura saber a resposta dos professores às seguintes perguntas. *Como avalio? Por que avalio? Quem avalio? Quando avalio? Tipo de prova que utilizo? Uso as técnicas conhecidas de construções de questões? Considero que minha avaliação está sujeita a erros?*

Os resultados revelam altas percentagens de respostas positivas aos aspectos mais importantes do processo de avaliação: 82% dos entrevistados indicam a *verificação do nível do conhecimento* e 80% a verificação de *terem sido alcançados os objetivos* como justificativas para realizar avaliações; 74% afirmam que é para *acompanhar o desenvolvimento do aluno e modificar minhas aulas*. A avaliação do próprio *trabalho docente* é apontado por 70% como resposta à pergunta *a quem avalio?* A afirmação de que a avaliação é realizada *ao longo de todo o curso* foi feita por 65% dos respondentes e 67% deles afirmam utilizar *questões abertas* em suas avaliações.

3. Correlações

O estudo das correlações é muito útil para descobrir se existem ou não relações entre dados. Aplicado às respostas obtidas ao questionário aqui examinado, o estudo das correlações conduz a algumas conclusões interessantes.

Verifica-se que *existe correlação positiva* e consequentemente *existe relação* entre a atitude do professor e as questões 19, 20, 23, 24, 25, 30 e 31. Isso quer dizer que os professores que têm uma atitude mais positiva em relação à avaliação tendem a concordar mais fortemente com essas questões, e os professores que têm uma atitude mais negativa tendem a discordar delas. Essa pode ser uma informação relevante, pois os professores que têm uma atitude positiva sobre a avaliação presumivelmente são também mais interessados nesse assunto e com isso as suas opiniões nos dão uma visão de como esses professores entendem a avaliação.

Para as questões sobre *atividades as correlações são pequenas* (com exceção das questões 48 e 53); isto significa, aparentemente, que a *atitude dos professores não influencia as suas atividades avaliativas, embora influencie as suas opiniões*. Em outros termos, não há uma relação direta, visível, entre as *opiniões* dos professores a respeito da avaliação e as *atividades* de avaliação que eles realizam.

Referências Bibliográficas

1. MELCHIOR, M. C. Avaliação Pedagógica : função e Necessidade. Ed. Mercado Aberto.
2. LANG, F.L. Construção e Validação de uma Escala de Atitude em Relação a Disciplina de Física Geral. Revista Brasileira de Física, 9 (3), 1979.
3. LANG, F.L. Medida de Atitude em Relação à Solução de Problemas. Revista Brasileira de Física, 12 (3), 1982.
4. LANG, F.L., GASPARIAN, J.C. Medida da Atitude em Relação à disciplina da Laboratório de Física Geral. Educação e Seleção, 9 (Jan-Jun), 1984.
5. SIMPSON, R.D., KOBALLA Jr, T.R., OLIVER, J.S. e CRAWLEY III, F.E. Research on the Affective Dimension of Science Learning. In : Handbook of Research on Science Teaching and Learning. GABEL, D.L. (Ed.). Macmillan Pub. Comp., New York, 1994.
6. CRONBACH, L.J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. Psychometrika. Vol 16, pp 297-334, 1951.
7. FERGUSON, G. A. Statistical Analysis in Psychology and Education. Singapore, McGraw-Hill International Book Co., 1984.

APÊNDICE - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFESSORES

	Concordo fortemente	Concordo	Sem opinião	Discordo	Discordo fortemente
1 Os problemas relativos a avaliação são sempre muito interessantes	CF	C	SO	D	DF
2 Não vejo nenhum interesse prático em estudar a avaliação da aprendizagem	CF	C	SO	D	DF
3 Nunca gostei de avaliar	CF	C	SO	D	DF
4 Avaliar é uma atividade fascinante	CF	C	SO	D	DF

5	A avaliação tem importância secundária na prática docente	CF	C	SO	D	DF
6	Avalio meus alunos apenas porque sou obrigado a satisfazer as exigências burocráticas da escola	CF	C	SO	D	DF
7	A avaliação é uma ação educadora importante	CF	C	SO	D	DF
8	Sinto-me bem quando realizo uma avaliação adequada do desempenho dos meus alunos	CF	C	SO	D	DF
9	O tempo que os professores dedicam à preparação de teste e provas seria mais proveitoso se fosse empregado na preparação de aulas	CF	C	SO	D	DF
10	Só de pensar em fazer avaliações me sinto desanimado	CF	C	SO	D	DF
11	Corrigir provas é uma tarefa sem sentido e puramente burocrática	CF	C	SO	D	DF
12	Sinto-me incomodado quando tenho de realizar tarefas avaliadoras	CF	C	SO	D	DF
13	Os professores deveriam dedicar mais tempo às tarefas avaliadoras	CF	C	SO	D	DF
14	Na tarefa de avaliar os alunos me sinto perdido	CF	C	SO	D	DF
15	A avaliação deveria fazer parte do currículo de formação do professor	CF	C	SO	D	DF
16	Corrigir provas é uma tarefa importante para o processo educativo	CF	C	SO	D	DF
17	Para avaliar um aluno basta observá-lo com cuidado, sem a necessidade de nenhum tipo de teste, prova ou trabalho	CF	C	SO	D	DF
18	Para avaliar um aluno basta aplicarmos alguns testes ou provas e corrigi-los	CF	C	SO	D	DF
19	Avaliar é medir de alguma forma o nível de conhecimento do aluno	CF	C	SO	D	DF
20	Avaliar é verificar se os objetivos propostos foram alcançados	CF	C	SO	D	DF
21	Avaliar é saber como o aluno está utilizando o que foi aprendido para se inserir na sua realidade de vida	CF	C	SO	D	DF
22	A avaliação deve ser feita porque é uma exigência da escola	CF	C	SO	D	DF
23	A avaliação dever ser feita principalmente para verificar se os objetivos foram ou não atingidos	CF	C	SO	D	DF
24	A avaliação dever ser feita principalmente para acompanhar o desenvolvimento dos alunos	CF	C	SO	D	DF
25	A avaliação dever ser feita principalmente para descobrir qual conteúdo deve ser revisto	CF	C	SO	D	DF
26	Apenas os alunos precisam ser avaliados	CF	C	SO	D	DF
27	Os professores, além dos alunos, também devem ser avaliados	CF	C	SO	D	DF
28	Todos os elementos do processo educativo (professores, alunos, currículos, escolas, etc.) devem ser avaliados	CF	C	SO	D	DF
29	Para avaliar devemos utilizar apenas testes e provas	CF	C	SO	D	DF
30	Para avaliar devemos utilizar teste, provas e trabalhos realizados pelos alunos	CF	C	SO	D	DF
31	A avaliação deve ser feita continuamente durante todo o processo	CF	C	SO	D	DF
32	A avaliação deve ser feita apenas no final de cada etapa do trabalho	CF	C	SO	D	DF
33	A avaliação deve ser feita apenas no final do bimestre	CF	C	SO	D	DF
34	É fácil avaliar em Física com objetividade e precisão porque a Física é uma ciéncia exata e precisa	CF	C	SO	D	DF

35	Se não existir avaliação os alunos não irão estudar e o nível de aprendizagem seria muito baixo	CF	C	SO	D	DF
36	Se não existir avaliação não será possível manter a disciplina na sala de aula	CF	C	SO	D	DF
		Nunca	Raramente	Algumas Vezes	Frequentemente	Sempre
37	Durante minhas aulas observo e anoto o comportamento de meus alunos para avaliá-los	N	R	AV	F	S
38	Avalio meus alunos dando notas em testes e provas que aplico a eles	N	R	AV	F	S
39	Analiso o resultado da avaliação para saber o nível de conhecimento de meus alunos	N	R	AV	F	S
40	Através dos resultados da avaliação verifico se os objetivos propostos foram alcançados	N	R	AV	F	S
41	Analiso os resultados da avaliação para saber como os alunos estão utilizando o que aprenderam para se inserirem na sua realidade de vida	N	R	AV	F	S
42	Analiso os resultados da avaliação para verificar o desenvolvimento dos alunos e ajustar as minhas aulas às suas necessidades	N	R	AV	F	S
43	Ao observar que a avaliação mostrou que um dado conteúdo não foi bem assimilado pelos alunos, retomo este conteúdo e volto a ensiná-lo aos alunos	N	R	AV	F	S
44	Procuro realizar avaliações do meu trabalho como professor além da avaliação que faço dos alunos	N	R	AV	F	S
45	Ao avaliar levo em consideração todos os elementos do processo educativo	N	R	AV	F	S
46	Avalio meus alunos aplicando-lhes apenas testes e provas	N	R	AV	F	S
47	Avalio meus alunos através de trabalhos, juntamente com provas e testes	N	R	AV	F	S
48	Avalio meus alunos através de atividades dadas continuamente durante o curso	N	R	AV	F	S
49	Avalio meus alunos apenas no final de cada bimestre	N	R	AV	F	S
50	Avalio meus alunos ao final de cada etapa do processo	N	R	AV	F	S
51	Nas minhas avaliações utilizo provas com questões de múltipla escolha	N	R	AV	F	S
52	Nas minhas avaliações utilizo provas com questões abertas	N	R	AV	F	S
53	Nas minhas avaliações utilizo provas com questões dissertativas	N	R	AV	F	S
54	Nas minhas avaliações utilizo nas provas questões do final do capítulo do livro teste	N	R	AV	F	S
55	Na minha atividade como professor, já passei ou poderei passar pela situação em que um aluno precisa ou precisará de alguns pontos para alcançar a média, e neste caso, já dei ou poderei dar esses pontos ao aluno já que nenhuma avaliação está isenta de erros	N	R	AV	F	S
56	Ao elaborar minhas avaliações utilizo as técnicas conhecidas de construção de questões objetivas ou questões abertas	N	R	AV	F	S

PAINEL 16.6 - OS PARÂMETROS NACIONAIS CURRICULARES E O ENSINO INTERDISCIPLINAR DAS CIÊNCIAS

Susana de Souza Barros¹, Sandra Alves de Almeida² e Cyntia de Menezes Ramos³

¹Instituto de Física, UFRJ, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, e-mail:susana@if.ufrj.br

^{2,3}Colégio Santa Marcelina e Ciep Aylton Senna, SEE, Rio de Janeiro

Objetivos gerais

- Discutir o desenvolvimento de Projetos Interdisciplinares na escola, no contexto do ensino proposto nos PCN's e suas condições de operacionalização.
- Desenvolver um exemplo de planejamento de projeto que leve em consideração as condições específicas das escolas em que se pretende implantá-lo.

Dinâmica de trabalho : um pequeno histórico

Serão apresentadas e discutidas as condições em que o presente trabalho foi desenvolvido numa escola particular do Rio de Janeiro. Os aspectos relacionados com a pesquisa participativa dentro de um enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade foram precursores do trabalho de projetos, e terão destaque como elemento conscientizador do professor engajado assim como de sua formação para o desenvolvimento em condições de sala de aula. A pesquisa precursora do presente trabalho realizada com alunos da 8a série¹. Os projetos desenvolvidos na escola atualmente dão continuidade a esse trabalho através da interpretação/implementação das diretrizes e reflexões das Recomendações Curriculares e os PCN's², como apresentadas de forma sumária no último parágrafo deste resumo.

Desenvolvimento de projetos

Condições de trabalho na escola:

- o papel da coordenação;
- recepção pela administração;
- a relação de trabalho entre a coordenação e os professores que trabalham em ciências, engajados nos projetos;
- envolvimento do grupo de professores com seus alunos e
- condições da infraestrutura para realizar o trabalho.

Discussão dos PCN's do ponto de vista do desenvolvimento curricular e das metodologias envolvidas para o Ensino fundamental e o Ensino médio

Mudanças de conteúdos curriculares:

- MENOS É MAIS
- objetivos e objetos (escolhas): aspectos epistemológicos/históricos
- novos materiais didáticos/tecnologias

Mudanças metodológicas

- A comunicação e as novas tecnologias
- interdisciplinaridade
- aprendizagem cooperativa, novas formas de trabalho na escola e fora dela.
- contribuição do ensino informal (museus, internet, mídia, bibliotecas, etc).

Apresentação do planejamento de projetos interdisciplinares e discussão do sistema implantado no Colégio Santa Marcelina (1997-98):

- a) escolha de tema gerador que permita trabalhar a disciplinaridade (química, biologia e física: a interdisciplinaridade da área de ciências com as outras áreas do conhecimento).
- b) planejamento coordenado de materiais didáticos/paradidáticos.
- c) exercício de planejamento e operacionalização
- d) preparação de fichas: cronograma / pré- projeto e avaliação para a implantação de
- e) projetos desenvolvidos pelos alunos.

Aspectos relevantes da Proposta para a Área das ciências da Natureza SEMTEC/MEC(1998) desenvolvidas nos projetos:

1. A alfabetização científica : conhecimento efetivo de significados.
2. Interdisciplinaridade e contextualização.
3. Competências humanas relacionadas ao científico-tecnológico: formação para a cidadania.
4. Didáticas específicas para o ensino das diversas ciências.
5. Necessidade de convergência de projetos pedagógicos articulando as disciplinas das Ciências com os das outras áreas.
6. Formação geral versus formação específica.
7. Formação prática com compreensão de equipamentos e procedimentos técnicos.

8. Aprendizado ‘coletivo’ onde escola, comunidade e o binômio ‘professor - aluno’ funciona conjuntamente.

9. Um ensino médio concebido para a universalização da educação básica precisa desenvolver o saber matemático, científico e tecnológico como condição de cidadania e não como prerrogativa de especialistas.

¹Tese de final do Curso de Aperfeiçoamento, UFF (1994) de Sandra A. de Almeida em etapa de finalização, onde se estudam as relações entre os conceitos escolarizados e sua contribuição para o desenvolvimento de projetos em sala de aula.

²Documento SeMTEC/MEC, Setembro 1998.

Bibliografia

1. Bontempo, L. , Braga Souza, V. F., da Motta, R. V. E Costa Gomes, S., *Os alunos investigadores*, AMAE-educando, Set.1977, N° 270.
2. Menezes, L.C. e consultores: *Proposta para a Área das Ciências da Natureza, da Matemática e das suas tecnologias no ensino médio*, elaborada por solicitação da Secretaria de Ensino Médio e tecnológico(SEMTEC/MEC), 18/09/98

Fontes de informação utilizadas pelos alunos

Enciclopédias

Textos didáticos e paradidáticos

Revistas de divulgação científica

Internet

Programas de Televisão

Outros

PAINEL 16.7 - METÁFORAS EMPREGADAS PARA DESCREVER AS FUNÇÕES DE ALUNOS E PROFESSOR: UMA SALA DE AULA KUHNIANA

Zimmermann, E.

(Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Física, Campus Universitário, 88040-900, Brasil. Tel: 0482 3319071,
E-mail: erika@fisica.ufsc.br)

O trabalho de pesquisa aqui apresentado faz parte de um estudo maior em que, utilizando-se o referencial teórico de Koulaidis e Ogborn (1988) e uma estrutura metodológica interpretativa-construtivista (Guba & Lincoln, 1994), se investigou os conceitos da natureza da ciência e os conceitos de ensino-aprendizagem de física apresentados por cinco professores de segundo grau. À partir de uma “amostra intencional” (Lincoln & Guba, 1985), cinco professores que abraçavam modelos de natureza da ciência bem distintos foram selecionados e convidados a participar. Cada professor participante foi entrevistado por duas vezes em entrevistas de duas horas cada. Os cinco professores participaram de duas entrevistas focadas de grupo. Suas aulas foram observadas por três semanas e entrevistas informais foram feitas antes, e algumas vezes após, determinadas aulas. A análise dos dados envolveu o desenvolvimento de um sistema de categorias baseado nos pontos de vista dos professores e nas metáforas usadas durante as entrevistas para descrever seus papéis como professores e os papéis dos alunos. A literatura sugere que essas metáforas são bons indicadores dos conceitos de ensino-aprendizagem dos professores (Munby, 1986).

Este artigo lida apenas com um dos cinco estudos de caso, o caso do professor Fernando¹ que, por sua prática em sala de aula, foi categorizado como um *professor contextualista*. O estudo mostra que existe uma interação harmoniosa entre o que Fernando pensa sobre o ensino-aprendizagem de física e como ele vê a natureza da ciência. Sua prática de sala de aula é baseada no conceito de *mudança conceptual* - conceito derivado do *modelo Kuhniano* de natureza da ciência abraçado pelo professor. As metáforas usadas pelo professor para falar sobre sua prática de sala de aula, as suas funções como professor e o papel desempenhado pelos alunos mostram sua inclinação a se comportar como um professor Kuhniano (Zylbersztyn, 1991). Sua prática é composta por dois estágios. No primeiro, o professor “abre espaços de discussão” querendo que seus alunos atuem como os “cientistas revolucionários” de Kuhn (1970) para que se dêem conta das “anomalias” (problemas) existentes em suas teorias. No segundo estágio, Fernando quer que seus “alunos dêem um passo adiante fazendo as necessárias articulações e conexões do seus conhecimentos”.

De forma geral, o trabalho aqui apresentado mostra as contribuições que o conhecimento de psicologia da educação aliado ao conhecimento de história e filosofia da ciência oferecem para a prática de ensino de professores de física. Este estudo de caso também aponta para a importância da “preparação de professores baseada na pedagogia de estudos de caso” (Shulman, 1987) em que se inclua a discussão de estudos de caso como o de Fernando.

¹Por motivos éticos, o nome do professor estudado foi trocado.

Referências:

1. GUBA, E. G. & LINCOLN, Y. (1994) Competing Paradigms in Qualitative Research. In: N. DENZIN & Y. LINCOLN (Eds.), *Handbook of Qualitative Research*. Newbury Park: Sage.
2. KOULADIS, V. & OGBORN, J. (1988) Use of Systematic Networks in The Development of a Questionnaire. *International Journal of Science Education*, 10(5): 497-509.
3. KUHN, T.S. (1970) *The Structures of Scientific Revolutions* (2nd Ed.). London: The University of Chicago Press.
4. LINCOLN, Y & GUBA, E.G. (1985) *Naturalistic Inquiry*. London: Sage.
5. MUNBY, H. (1986) Metaphor in the Thinking of Teachers: An Exploratory Study. *Journal of Curriculum Studies*, 18(2): 197-209.
6. SHULMAN, L. (1987) Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1): 1-22.
7. ZYLBERSZTJN, A. (1991) Revoluções Científicas e Ciência Normal na Sala de Aula [Scientific Revolutions and Normal Science in Classrooms]. In: M.A. MOREIRA & R. AXT (Eds.), *Tópicos em Ensino de Ciências /Issues in Science Education*. Porto Alegre: Sagra.

ESBOÇO DO TRABALHO DE PESQUISA

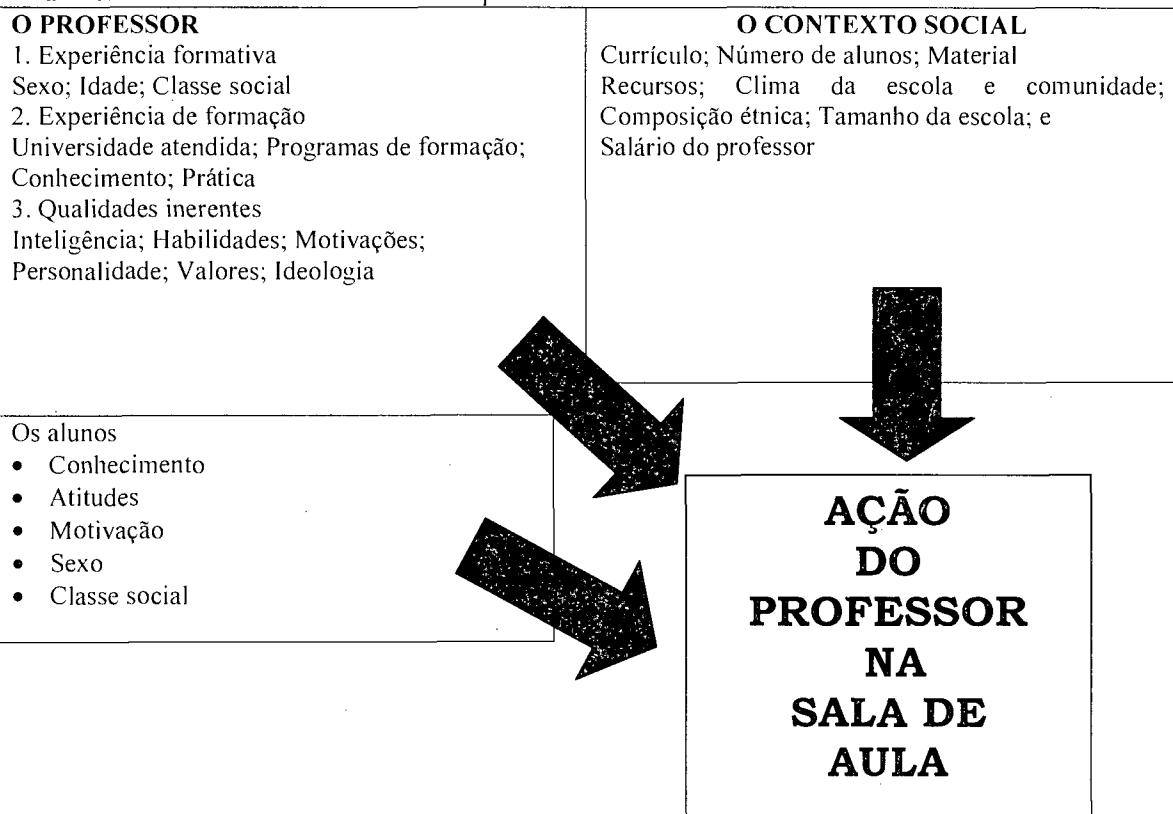
1. Estrutura Metodológica da Pesquisa

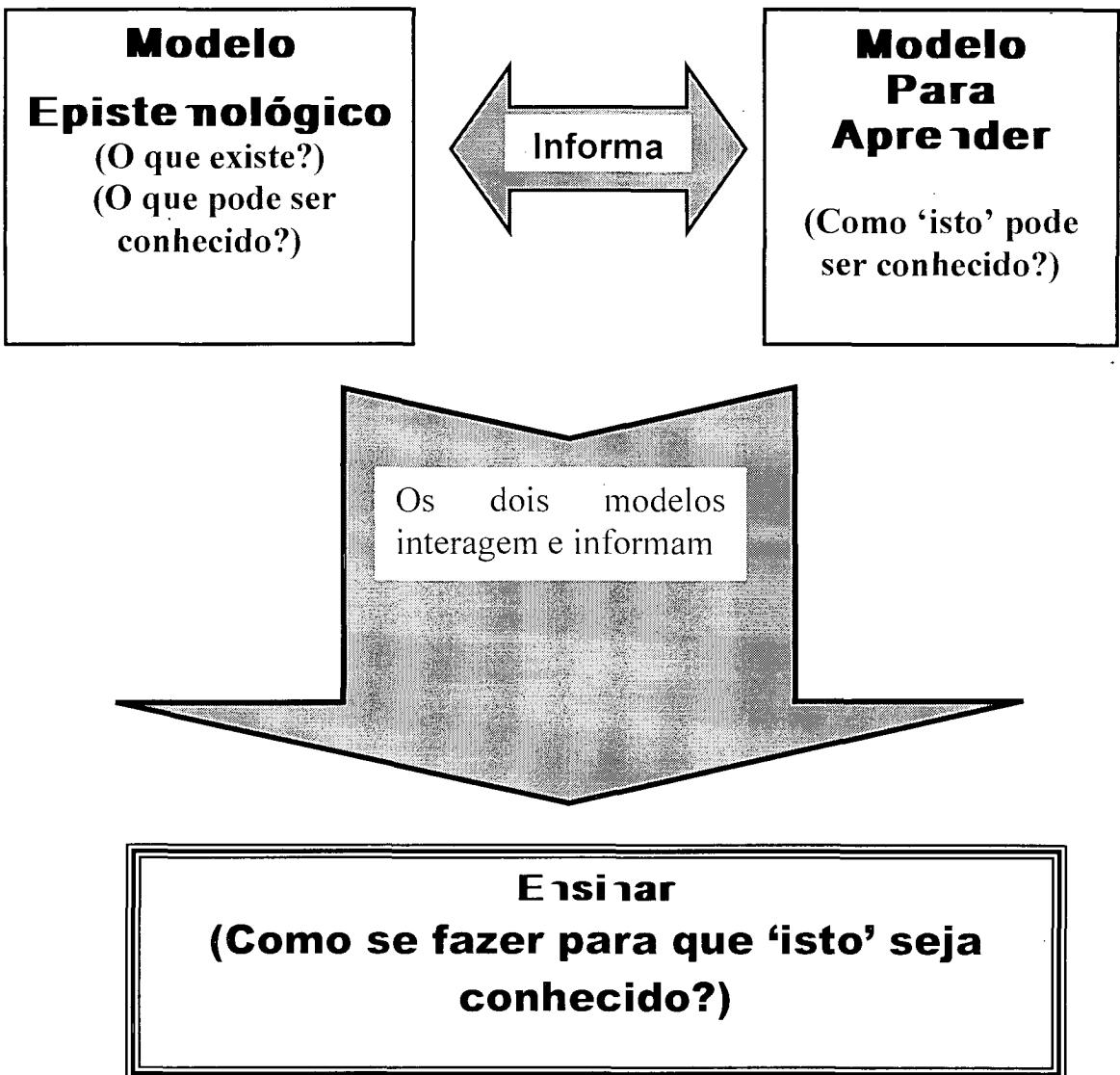
PARADIGMA	INTERPRETATIVO
	<u>Significados são centrais</u> <u>CONSTRUCTIVISTA</u> <u>Entendimento e reconstrução</u>
MÉTODO DE COLETA DE DADOS	TRABALHO DE CAMPO Investigação de situações de vida real
ESTRATÉGIA DE COLETA DE DADOS	MÚLTIPLOS ESTUDOS DE CASO Explorar as dimensões subjetivas e interpretativas dos significados de professores de física
SELEÇÃO DE CASOS	EXEMPLARES Casos contrastantes
COLETA DE DADOS	QUALITATIVOS Coletar e analisar os dados - qualitativamente
FONTES DE COLETA DE DADOS	ENTREVISTAS INDIVIDUAIS Entrevistas longas e “on-the-spot interviews” OBSERVAÇÃO PARTICIPATIVA Observador participante ENTREVISTAS DE GRUPO Significados coletivos

As idéias e teorias de ensino aprendizagem interagem com as visões da estrutura da disciplina do professor e essa interação determina o que o professor percebe e como ele age na sala de aula



Para o estudo de caso foram examinados de perto:





- ❖ A partir da análise de entrevistas e de observação de sala de aula obteu-se o resultado acima esquematizado. Esse resultado mostra que não é o conceito de ensinar *per se* que é crucial para que um professor ensine, mas o conceito de aprender;
- ❖ A análise das metáforas usadas pelo professor mostrou que ele vê sua função como a de um “guia de pioneiros”, que ele se comporta como um “professor Kuhniano” em sua sala de aula, provocando diálogos de forma que os alunos percebam anomalias em seus conhecimentos (cientistas revolucionários). Uma vez que os alunos percebam as anomalias e consigam mudar seus conceitos, um período de ciência normal começa para os alunos.
- ❖ A análise do estudo de caso mostra que a ferramenta mais potente para que professores mudem suas práticas é uma teoria de aprendizagem que seja conscientemente baseada na ideia de que a construção do conhecimento é tentativa.

PAINEL 16.8 - MUTAÇÕES NO ENSINO DE CIÊNCIAS: DO SIMPLES AO COMPLEXO E DO DISCIPLINAR AO INTERDISCIPLINAR

José André Peres Angotti

Dep. Metodologia de Ensino e Programa de Pós-Graduação/Centro de Ciências da Educação/UFSC
ced1.opm@ced.ufsc.br

Seim negar as imensas contribuições de autores e escolas do passado mais remoto, enquanto base para a construção e evolução do pensamento científico, é possível se afirmar que a ciência moderna - e seu compromisso com a matemática, a empiria e a lógica formal tomadas simultaneamente - instala-se com a Física no século XVII, sobretudo a partir dos trabalhos de Kepler, Galileu e Newton.

Este último, com o seu *Principia*, talvez tenha sido o maior responsável pela introdução dos novos tempos de investigação e descobertas, com reflexos sem precedentes na história e desdobramentos vinculados às revoluções industriais e à fundação de novas disciplinas científicas para além da física. As técnicas milenares passam a constituir um novo empreendimento humano; a tecnologia, com vinculação cada vez maior ao universo da ciência básica e aplicada.

Do ponto de vista metodológico e epistemológico, segue-se em paralelo o triunfo da indução (de Bacon), da experimentação, do lançamento de hipóteses, formulação de leis e teorias com uso sofisticado de base lógica formal e matemática. A dedução (Descartes), embora de uso menos frequente, também contribuiu para as grandes formulações teóricas da ciência moderna.

O modelo criado e seu sucesso, serviu de referência principal para o surgimento de novos campos do conhecimento pautado pelas disciplinas: Química no século XVIII (sobretudo com Lavoisier), Geologia (1832, com Lyell) e Biologia também no último século (enquanto área abrangente e mais madura do que as anteriores botânica e zoologia, sobretudo com Darwin). O mecanicismo e o funcionalismo atribuídos às leis naturais da física e da química foram estendidos aos demais campos novos do saber sistematizado, ainda que na Biologia o debate não tenha sido consensual; até o final do último século, muito biólogos não aderiam às causas mecanicistas para o fenômeno da vida.

As ciências do homem, todas com status científico a partir do último século, também se pautaram inicialmente pelo modelo físico, procurando estabelecer o mesmo método de sucesso para seus objetos complexos de pesquisa. Essa transferência de modelo não foi completamente absorvida sobretudo pelos estudiosos do chamado materialismo dialético, que consideravam o homem em constante interação com a natureza e não se baseava no império da razão instrumental. Esquematicamente, privilegiando um modelo de propagação com traços lineares e sob risco do reducionismo, que absolutamente não exclui outras tendências, temos:

física > química > geologia > biologia > psicologia > sociologia...

mundo natural, coisas, aglomerados > vida > cérebro/mente > cultura > populações/sociedades

Fazer tais projeções e correlações hoje, seria mais que uma inadvertência, mais que ingenuidade, seria mesmo um crime epistemológico. Nunca as mútuas influências dos diversos campos científicos foram tão fortes, nunca a busca pela interdisciplinaridade esteve tão presente tanto na pesquisa como no ensino de ciências e matemática, nunca os sistemas (abertos ou fechados, dinâmicos ou estacionários) foram considerados tão complexos como agora. É sobre essa transição que presenciamos, enquanto atores e espectadores, que me proponho refletir com os colegas presentes.

No ensino de Física/Ciências já é possível se trabalhar com recursos computacionais para o aprendizado tanto de geometria como de fenômenos complexos que envolvem por exemplo a dinâmica dos fluidos, desde o escoamento em tubos, até a circulação sanguínea... São novos modelos que possibilitam novos alcances para aprendizagem em qualquer nível de escolaridade.

Temáticas milenares como a dualidade *ordem-desordem* vem sendo intensamente pesquisadas nas últimas três décadas com auxílio de novas tecnologias, novas lógicas e novas incursões teóricas. A termodinâmica dos processos distantes do equilíbrio se credencia para lançar modelos e interpretações alternativos sobre o fenômeno da *vida* enquanto dinâmica complexa e ordenada.

A lógica formal não pode dar conta mais das necessidades do conhecimento complexo, abrindo terreno para as lógicas alternativas, em especial a chamada *difusa* ou *nebulosa*. Um botão stand by de TV está ligado ou desligado? Ou ambos? Ou nenhuma dessas condições? Os avanços da *biologia molecular* atingem a todos nós, entre a perplexidade e o encantamento; busca-se os segredos vitais e produzem-se seres vivos, inclusive mamíferos, independentemente dos embriões, criam-se fetos em ambientes externos ao útero. A mídia explora como nunca os novos achados com destaque para a *clonagem*. O debate se impõe com desafios inéditos, dentre eles a *ética* que deve orientar a busca e aplicação de novos conhecimentos.

A relevância da biodiversidade transcende as razões de preservação ambiental; os interesses são imensos, dos governos - sobretudo dos países desenvolvidos com recursos mais restritos e pobres- dos centros e institutos de pesquisa e da indústria de química fina e fármacos. Nunca se apoiou tanto a pesquisa de princípios ativos de produtos vegetais com uso na medicina tradicional, ao lado dos sintetizados. Nunca se experimentou tanto modelos multivariáveis para se conhecer um pouco mais sobre a coexistência das espécies.

Passando para um terreno mais abstrato, constatamos que uma nova geometria, muito mais similar ao desenho complexo da natureza, define os *fractais*, invariantes na escala e com dimensões não inteiras. Dessa forma, um cumprimento infinito encerra uma área finita. As aplicações deste conceito associado aos fenômenos complexos parecem inimagináveis. Aplicações que superam os escopos das disciplinas científicas, essencialmente transdisciplinares: costas marítimas, formação de nuvens, turbulência, economia, agricultura, biologia e até música. Sistemas não vivos e vivos que evoluem no tempo podem “escolher” uma direção dentre mais de uma possibilidade, nas chamadas *bifurcações*, não seguem uma trajetória unívoca e determinada; caracterizam-se pelas *auto-organizações*, onde um agrupamento atômico (no caso mais simples de um *laser*) ou macromolecular (no caso de células ou seres vivos) parece obedecer a um roteiro/programa que pressupõe conhecimento interior.

O conhecimento se renova e se expande, o simples é reconcebido como complexo. É preciso no entanto reafirmar que os avanços são próprios à natureza da pesquisa básica e aplicada em ciência e tecnologia; que persistem limitações enormes, como a incapacidade de se prever com graus desejáveis de precisão, as flutuações do clima, como a dificuldade da ciência para explicar todas as questões de gênese, seja do universo, da vida, do conhecimento... A mídia, que até recentemente divulgava com estardalhaço achados (como a clonagem) e conquistas (como a viagem de nave para Marte), sem a menor crítica, parece agora mais comprometida com as limitações da ciência. O cenário atual é de transição entre conhecimentos das ciências e da tecnologia e consequentemente do seu ensino, garantida a transposição dos saberes.

DISCIPLINAS > INTERDISCIPLINARIDADE SIMPLICIDADE > COMPLEXIDADE

A cultura científica exige os níveis mais elaborados e abstratos de pensamento e reflexão, sendo de natureza universal, e continua com seu conhecimento pouco democratizado. Suas estruturas conceituais e teóricas localizam-se nos planos da cultura elaborada, embora muitos humanistas ainda rejeitem esse corpo de conhecimento, precisamente por se sentirem distantes e alheios, apesar de intelectuais. A cultura científica está freqüentemente em colisão com os valores, normas e crenças das culturas populares, das culturas primeiras. Sabemos que a maioria das pessoas mesmo escolarizadas, continuam associando o conceito de força ao de velocidade, confundem massa com peso e defendem concepções vitalistas. Tais aprendizagens de origem sócio-cultural são fortemente significativas e conflitivas com as concepções científicas. O cenário contemporâneo exige a convivência entre as culturas regionais e a universal. A condição pós-moderna trouxe a debate o fenômeno do multiculturalismo e do prazer aliado ao saber. Respeitadas as culturas locais, não podemos deixar de permitir o acesso das maiorias ao conhecimento atual das ciências e matemática, provocando o inevitável conflito entre os conhecimentos. Esta relação é também complexa, trazendo para a sala de aula um pólo de diálogo e problematização das diferenças entre as concepções dos alunos e aquelas de que somos porta-vozes. Se muda o conhecimento, mudanças de conteúdos e métodos se impõem na educação formal e informal. O desafio é no mínimo duplo: transpor, traduzir, elaborar, produzir materiais didáticos a partir da nova ciência, que orienta um novo saber escolar de ensino/aprendizagem de ciências e aplicá-los com chances de sucesso. É a transição entre a ciência dos cientistas e a ciência dos professores em debate com a ciência dos estudantes.

Os métodos de ensino também se diversificam e apontam para novas possibilidades. Cabe aos professores de ciências e matemática um papel precioso na disseminação dos multimeios: vídeos, teleconferências, CD-Roms e redes de computadores. Critérios de seletividade dos novos materiais são urgentes, uma vez que a grande maioria dos conhecimentos desgastados dos livros didáticos vem sendo literalmente transportados para as redes. Usar a Internet sem critérios talvez seja mais retrôgrado do que usar velhos textos e compêndios.

Do exposto, acreditamos não ser mais viável continuarmos a repelir a maioria dos alunos de segundo grau do conhecimento em Física. Isso ocorre em parte por conta dos excessos de conteúdos defasados, presos somente à ciência clássica, carregados de algoritmos...

Podemos prever uma forte demanda para a formação inicial e continuada, presencial e a distância dos professores de Física e ciências afins, ajustados a novos conteúdos e metodologias. Acreditamos que a área reúne massa crítica e disposição para essa mudança que deverá ser caracterizada em parte pela continuidade e em parte pela ruptura com o ensino tradicional de Física, o que implica nossa predisposição para as mutações do porvir.

PAINEL 16.9 - ATIVIDADES EDUCACIONAIS EM FÍSICA: DISCUTINDO CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

ANGOTTI, José André Peres¹, DE BASTOS, Fábio da Purificação² e MION, Rejane Aurora³

¹Universidade Federal de Santa Catarina. CP 476. Campus Trindade. 88040.900 - Florianópolis, SC - Fone: 048 331 9263. e-mail: ppge@ced.ufsc.br; ²Universidade Federal de Santa Maria. Campus Universitário, Bairro Camobi, Santa Maria, RS. Fone(Fax): 055 2208010. e-mail: fbastos@cc.ufsm.br; ³Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário, Trindade, Florianópolis, SC, 880000-000, Fone(Fax): 048 2335351 e Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, PR, e-mail: mion@ced.ufsc.br e ramion@rocketmail.com

Com este trabalho pretendemos refletir sobre a importância de atividades educacionais no ensino de Física, elaboradas a partir de objetos reais e/ou tecnológicos oriundos do cotidiano dos envolvidos, concebidos como equipamentos geradores. Objetivamos também discutir essa concepção de ensino de Física cuja meta principal é a alfabetização técnico/científica (DE BASTOS, 1990), via um programa de investigação-ação educacional emancipatório (CARR e KEMMIS, 1988), na escola formal. O trabalho com os objetos reais, “transformados” em equipamentos geradores nas aulas de Física, constitui um importante instrumento para aliar conscientização e investigação às ações.

Alfabetização técnico/científica é um conceito dialógico de ensino de Ciências Naturais/Física que viabiliza conscientização dos envolvidos. Tal concepção poderá ser realizada através da implementação de metodologia que enfatize o manuseio reflexivo de aparelhos tecnológicos. Neste sentido, ensinar e aprender Física é ao mesmo tempo adquirir conhecimentos científicos históricos e socialmente construídos, de modo a propiciar o entendimento de fenômenos da natureza bruta, bem como da transformada, com os quais interagimos diariamente.

A nossa tarefa enquanto educadores na formação científica e educacional é trabalhar no sentido da emancipação que se contrapõe ao determinismo tecnológico, um dos fortes determinantes da alienação, do consumismo, da formatação do perfil do usuário ingênuo.

O desafio é reelaborar os conhecimentos físicos e educacionais através do estudo das leis, princípios, conceitos, etc., envolvidos na fabricação e funcionamento dos objetos reais como possibilidade de refletir sobre seus significados. Discutir temáticas que poderão ser levantadas, problematizando-se as práticas educacionais, a partir também, da problematização desses objetos reais, situações e fenômenos do nosso cotidiano.

Na prática essa concepção educacional e de investigação é concretizada pela vivência de uma espiral de fases que envolvem planejamento – ação – observação e reflexão, replanejamento ...

Do ponto de vista das novas demandas sociais e mesmo curriculares, a discussão de temáticas podem contemplar a demanda da transversalidade do tripé Física/Ciências, Tecnologia e Sociedade, sem criar uma nova disciplina específica, por um lado. Por outro, a possibilidade de viver este processo como um momento construtivo e reconstrutivo de nossas práticas educacionais, reelaborando os conhecimentos específicos aprendidos.

Um exemplo de atividades educacionais desenvolvidas com alunos de graduação e professores em serviço é o que segue. É importante salientar que a ação (a aula) é organizada em torno dos momentos pedagógicos (ANGOTTI e DELIZOCOV, 1992). Mas estes são mantidos, ou seja, para o educando não se especifica cada momento trabalhado, como abaixo relacionado, mesmo porque, a problematização deve ocorrer durante todo o processo.

Conteúdo: Processos de Troca de Calor

Equipamento Gerador: Garrafa Térmica.

Problematização

- Você conhece esse objeto?
- Para que ele é utilizado? Só conserva líquido quente? Tem idéia de quanto custa?
- Por que garrafa ‘térmica’? Para que serve?
- Você já abriu e observou detalhadamente uma?
- Como e por que funciona? Por que o revestimento é duplo?
- Você saberia explicar por que as paredes (de vidro e duplas, espelhadas interna e externamente) permitem o isolamento térmico?
- O que é um isolante térmico? É um condutor?
- Como o calor é conduzido?
- O que os processos de condução de calor teriam a ver com a garrafa térmica?
- Quando a garrafa quebra, o que podemos observar?

Organização do conhecimento:

Sabemos que o calor é uma forma de energia em trânsito, de um corpo de maior temperatura para outro de menor.

As trocas de calor se dão por meio de processos diversos, ou seja, o calor se propaga por meio de: condução, convecção e irradiação.

Vamos realizar três atividades teórico-experimentais para analisar os processos de trocas de calor. A partir das atividades, sistematizar o observado.

Podemos começar colocando água para aquecer (pode ser em um copo, mas se existir um becker ou panela de pirex na escola utilize-a). Coloquem uma colher de madeira e uma de metal e deixe-as aquecer com a água. Observe e anote o que ocorre com cada uma das colheres.

Em seguida, coloque água na panela e adicione sementes (pode ser de chá) na água. Observe e anote o que ocorre imediatamente antes e durante a fervura.

Por último, após retirar a fonte de energia, aproxime a mão da panela, e sem encostar na mesma, aguarde uns instantes e descreva a sensação percebida.

Discutir os resultados, os processos e caracterizar as três formas de propagação de calor.

Aplicação do conhecimento. Voltando à garrafa... e “similares”.

E agora como vemos a garrafa térmica? Como ela funciona?

Os participantes, a partir da codificação, são capazes de decodificar o utensílio, passando a vê-la através de outros óculos.

Em essência: as paredes espelhadas servem para refletir a radiação térmica. Se colocarmos no interior da garrafa um líquido cuja temperatura é superior a do meio externo, as paredes espelhadas internamente refletirão a radiação, impedindo o fluxo de calor de dentro para fora. Caso o líquido introduzido no interior da garrafa esteja a uma temperatura inferior a do meio externo, as paredes espelhadas externa refletirão a radiação, dificultando a transferência de calor de fora para dentro.

Como entre as paredes praticamente não existe ar, tanto num caso como no outro fica dificultada a propagação de calor, quer por condução, quer por convecção. Esse vácuo, inclusive, é o responsável pelo estouro que ocorre quando a garrafa quebra, o mesmo que ocorre em lâmpadas quando quebram. Além disso, a condução é dificultada pelas paredes de vidro, pois esse material é isolante térmico, e pelo vácuo existente entre elas (ar rarefeito).

A convecção é dificultada pela manutenção da garrafa térmica fechada e também pelo vácuo entre as paredes. (a condução e a convecção necessitam de um meio material para ocorrerem).

No final outros objetos são discutidos, por exemplo a geladeira, cobertor/roupas de lã, iglus, etc.

Caminhamos na direção de envolver os participantes no processo para construir conhecimentos físicos, ao entender não apenas como as ‘coisas’ funcionam, mas também, entendendo seus princípios e os impactos das mesmas em um contexto mais amplo.

Em seguida, é solicitado que sistematizem a aula (que ‘momentos’ vocês perceberam na aula?), para que se possa analisar a metodologia utilizada, caracterizando os referidos momentos pedagógicos, concretizando o processo ação-reflexão-ação.

No XIII SNEF, durante o curso, outra atividade utilizando aparelho elétrico, juntamente com esta será desenvolvida.

BIBLIOGRAFIA

1. ANDERSON, S. e BAZIN, M. **Ciência e (in)dependência**. Livros Horizonte, Lisboa, 1977 (2 volumes).
2. ANGOTTI, J.A.P. **Fragmentos e Totalidades no Ensino de Ciências**. Tese de Doutoramento, FEUSP, 1991.
3. ANGOTTI, J.A.P. e DELIZOICOV, D.N. **Metodología do Ensino de Ciências**. Cortez, São Paulo, 1992.
4. ANGOTTI, J.A.P. e DELIZOICOV, D.N. **Física**. Cortez. São Paulo, 1992.
5. CARR, W. e KEMMIS, S. **TEORÍA CRÍTICA DE LA ENSEÑANZA: Investigación-acción en la Formación del Profesorado**. Martinez Roca, Barcelona, 1988.
6. DE BASTOS, F.P. **Alfabetização Técnica na Disciplina de Física: uma experiência educacional dialógica**. Dissertação de Mestrado, UFSC/CED/PPGE, Florianópolis, SC, 1990.
7. DE BASTOS, F.P. **Pesquisa-ação emancipatória e prática educacional dialógica em ciências naturais**. Tese de Doutorado, FEUSP, 1995.
8. FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1997.
9. FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.
10. GREF. **Física vol. 1, 2 e 3**. São Paulo, EDUSP, 1990. (Vários autores).
11. GARCIA, M. I. G. e CEREZO, J. A. L. E LUJÁN LÓPEZ, J.L. **CIENCIA, TECNOLOGÍA E SOCIEDAD: Una Introducción al Estudio Social de la Ciencia y la Tecnología**. Cap. 6,7 e 9. Editorial Tecnos, S.ª, Madrid.1996.
12. GOLDMAN, Steven L. **Ninguna Innovación Sin Representación: La Actividad Tecnológica en una Sociedad Democrática**. In ESTUDIOS SOBRE SOCIEDAD Y TECNOLOGÍA. Barcelona, Anthropos, 1992.

13. MENEZES, L.C., KAWAMURA, R.D. e HOSOUYE, Y. **Objetos e Objetivos no Aprendizado da Física.** Atas do IV EPEF, UFSC/CED, Florianópolis, 1994.
14. MION, Rejane A. **Processo Reflexivo e Pesquisa-Ação: apontamentos sobre uma prática educacional dialógica em Física.** Dissertação de Mestrado. PPGE/UFSM-RS, 1996.
15. PACEY, Arnold. **La Cultura de la Tecnología.** Fundo de Cultura Económica, México, 1990.
16. WINNER, L. **La Ballena y el Reactor.** GEDISA Editorial. 1987.

PAINEL 16.10 - NOVAS PERSPECTIVAS PARA A PRÁTICA/CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES: CONTRIBUIÇÕES DA EPISTEMOLOGIA

Milton A. Auth¹ e José André Angotti²

¹UFSC, doutorando do PPGE, Campus Trindade, Florianópolis, SC, CEP:88040-900. Fone (fax):048 – 233-5351, e-mail:milton@ced.ufsc.br ou auth@.main.unijui.tche.br

²UFSC, CCE, Dep. Metodologia de Ensino e PPGE. Cx.P.:476, Campus Trindade,Florianópolis,SC, CEP:88040-900. Fone (fax):048 - 331-9752, e-mail:ppge@ced.ufsc.br

Nossa participação em trabalhos de investigação-ação com um grupo de professores de Física e as pesquisas realizadas - a nível de pós-graduação -, mostraram que diversos problemas nas concepções/práticas dos professores de ciências naturais podem mais facilmente ser enfrentados na medida em que este os vivem e percebem. Como no campo pedagógico persistem dificuldades para perceber estes problemas, contradições e necessidades de mudanças, parece que iniciativas que estimulam apenas a reflexão sobre a prática docente não garantem a transição desejada.

A esse respeito, estudos histórico-epistemológicos revelam, para além da presença de diversas concepções, diversas rupturas, a influência de fatores externos, a presença do caráter subjetivo, de “verdades” provisórias e, mesmo o espírito da incerteza e embates entre teorias concorrentes.

Paralela e simultaneamente, na prática pedagógica características presentes na ciência clássica são bastante comuns nas concepções/práticas dos professores dos níveis fundamental e médio. Há diversos fatores que contribuíram para isso, tais como a formação empiricista/indutivista; a pouca ênfase à ciência/física contemporânea, o próprio entendimento do fazer científico.

Dante disto, ao apontar/analisar exemplos históricos ocorridos na ciência (principalmente embates) e possibilidades de provocar rupturas nas concepções/práticas dos docentes, pensou-se na vinculação da pedagogia enquanto campo reflexivo crítico (“epistemologia”) da educação, na transposição do nível epistemológico para o pedagógico. É possível/viável sermos também “epistemólogos” no campo pedagógico.

Acreditando que, com mais clareza e discernimento sobre os limites e as potencialidades de sua prática, os professores estarão fortalecendo sua formação. Inicialmente procuramos explorar determinadas concepções da ciência que possibilitassem aos professores reconhecerem ou situar suas próprias concepções, bem como elucidar outros aspectos que determinam sua prática atual.

A ciência newtoniana, a termodinâmica e a mecânica celeste são exemplos de sínteses que possibilitaram a compreensão do “universo como um todo”, principalmente no que tange às forças de interação entre massas; as leis da conservação da massa e da energia, que incorporam as distintas transformações no universo, muito familiar a poucos docentes e muito distante da maioria.

Sobre este aspecto Holton (1979:11) afirma que os cientistas desde Copérnico compreenderam como era atraente um sistema que dispusesse das qualidades *simplista* e *necessidade*, e que as novas relações habituais de motivações do trabalho científico, como a descoberta de remédios/curas contra epidemias, a eficiência das máquinas, entre outras, tendem “a ressaltar o lado baconiano do legado da ciência moderna.” No entanto, ele também afirma que estes aspectos não são suficientes para a compreensão da ciência.

Com o desenvolvimento da ciência e da epistemologia neste século a racionalidade perfeita e imutável, predominante no século passado, foi posta em questionamento. Em Bombassaro (1994:4) vemos que a sobrevivência das leis e teorias para além de fatos culturais e históricos, para além do trabalho dos próprios cientistas, “ganha um caráter de universalidade e permite contar a história de nossos erros e da nossa ignorância.” Esta característica da ciência como uma empreitada humana - e não especificamente de algum ou outro cientista em particular -, como uma construção que não está isenta de erros e, portanto, é limitada e permeada de discussões/embates também é marcante em Einstein: “A ciência, considerada um conjunto pronto e acabado de conhecimentos, é a mais impersonal das produções humanas; mas, considerada como um projeto que se realiza progressivamente, ela é tão subjetiva e psicologicamente condicionada como qualquer empreendimento humano.”(Einstein, apud Thuillier, 1994:227)

Esse tipo de visão da ciência parece ter adquirido maior impulso com epistemólogos, como Kuhn, Holton que, para caracterizarem a ciência, recorreram não só a elementos históricos, mas também a aspectos externos ao desenvolvimento desta. Kuhn (1991:25), por exemplo, aponta para uma reflexão séria, epistemológica para além da historização para construir uma nova história da ciência. A firma que precisamos descrever as maneiras pelas quais cada um dos episódios marcantes dentro da ciência “transformou a imaginação científica, apresentando-os como uma transformação do mundo no interior do qual era realizado o trabalho científico.” Holton, além de valorizar a contribuição individual, subjetiva (humanística), dá uma

ênfase a temas *antitéticos* (embates ocorridos em torno das formulações, como *contínuo/descontínuo, análise/síntese*). Como exemplos podemos citar as ‘sacadas’ que um cientista dá, como o valor da carga de Millikan, o valor de G de Newton, o ato de descartar uma hipótese e considerar outra.

Para além do reconhecimento das concepções dos professores, discussões/embates que permearam algumas formulações científicas, trabalhamos a polêmica sobre a vinculação da Experiência de Michelson-Morley, com os postulados do princípio da Relatividade Restrita.

Com o desenvolvimento de trabalhos com os professores e frente a estas possibilidades de explorar aspectos histórico-epistemológicos, sustentamos a questão da importância de envolver os alunos de graduação recém formados, bem como os professores, em práticas de formação continuada, principalmente para que acompanhem as evoluções/transformações que ocorrem não só nos modelos de ciência que utilizam, mas principalmente, no trabalhar dos modelos para tornar o mais dinâmico/interativo sua prática pedagógica.

Com este trabalho, mais do acreditar, podemos afirmar que, recorrer a aspectos históricos-epistemológicos da ciência e debater temas *antitéticos* constituem-se fontes de visões alternativas para o ensino. Eles colocam-se como opções para gerar o confronto de idéias e, assim, contrastar as visões oficiais presentes nos sistemas de ensino. Fica mais evidente o reconhecimento, conforme Holton, da necessidade de se “colocar pelo menos um mínimo de história da ciência, epistemologia e discussão do impacto social da ciência e tecnologia no material educacional utilizado nas aulas de ciência.”

Mais ainda, além da elaboração de textos com e pelos professores como material didático-pedagógico de ciências, estamos auxiliando-os a disponibilizar outros textos didáticos e paradidáticos tais como: Física (GREF), Física e Metodologia do Ensino de Ciências (Delizoicov e Angotti); texto GAIA (Lutzemberger), Energia e Meio-Ambiente (Branco); fitas de vídeo como: Energia: uma questão de sobrevivência (Tv Cultura); Sites na internet, como artigos, textos didáticos entre outros.

¹Apoio CAPES

²Apoio CNPQ

Bibliografia

1. ANGOTTI, José.A.P. (1991). **Fragmentos e Totalidades no Conhecimento Científico e no Ensino de Ciências**. Tese de Doutoramento - FEUSP, SP.
2. BACHELARD, Gaston (1996). **A Formação do Espírito Científico**. Editora Contraponto, RJ.
3. BERNAL, J. D. (1969). **Ciência na História: movimento**. 3º vol., Editora Novo Horizonte/Lisboa.
4. BOMBASSARO, L.C. (1994). **EPISTEMOLOGIA: Produção, Transmissão e Transformação do Conhecimento**. VII ENDIPE/Goiás.
5. CHALMERS, (1993). **O que é ciência afinal?** Editora Brasiliense, São Paulo/SP.
6. CHRÉTIEN, Claude (1994). **A ciência em Ação**. Editora Papirus, São Paulo, SP, 1994.
7. DELIZOICOV, D. E ANGOTTI, J.A. (1992). **Metodologia Do Ensino De Ciências**. (2^a Edição), Editora Cortez, São Paulo/SP.
8. GIL PEREZ, D. (1993). **Contribución de la Historia y de la Filosofía de las Ciencias al Desarrollo de un Modelo de Enseñanza/Aprendizaje como Investigación**. In: *Enseñanza de las Ciências*, 11(2), p.197-212, UAB?UV, Valencia/Barcelona.
9. GLEISER, Marcelo (1997). **A Dança do Universo: dos Mitos de Criação ao Big-Bang**. Editora Schwarcz, São Paulo/SP.
10. GREF (1991). **Física, Vol. 1, 2 e 3**. EDUSP, São Paulo/SP.
11. HOLTON, Gerald (1979). **A Imaginação Científica**. Zahar Editores S.A., Rio de Janeiro.
12. KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo, Perspectiva, 1995.
13. PRIGOGINE, Ilya e STENGERS, Isabelle (1991), **A Nova Aliança**, Editora UnB, Brasília/DF.
14. ROBILOTTA, M.R. (1988). **O Cinza, o Branco e o Preto -- Da Relevância da História da Ciência no Ensino da Física**. CCEF, Vol. especial, N° 5, p.07-22, Florianópolis/SC.
15. ROSMORDUC, Jean (1983). **De Tales a Einstein: História da Física e da Química**. Edição 10/83, Editorial Caminho, Lisboa.
16. THUILLIER Pierre (1994). **De Arquimedes a Einstein: a Face Oculta da Invenção Científica**. Rio de Janeiro: Editora Zahar.
17. TRICÁRIO, Hugo (1996). **Algumas Reflexões sobre o Conteúdo e a Temática na Formação Continuada de Professores de Ciências**. In. Edit Autores Associados, Campinas/SP, pp.83-90.
18. ZANETIC, João (1981). **Que Papel a História da Ciência Pode Ter no Ensino de Física?**. 1º Debate de Física: O Ensino de Física no 2º Grau/ Comissão Cultural da APEOESP.
19. Site na Internet: <http://www.iop.org/Physics/Electron/Exhibition>.

PAINEL 16.11 - IMPEDIMENTO DA MUDANÇA DE UM SISTEMA DE AVALIAÇÃO: A CULTURA DA NOTA

Dirceu da Silva¹ e Jomar Barros Filho²

¹Faculdade de Educação - Universidade Estadual de Campinas - dirceu@turing.unicamp.br

²Alunos de pós-graduação da Faculdade de Educação - Universidade Estadual de Campinas e bolsista da CAPES - jomar@obelix.unicamp.br

Nos últimos anos, diversas propostas surgiram como resposta à necessidade de uma “educação de massas” (Duschl e Gitomer, 1991; Wheatley, 1991; Astolfi e Peterfalvi, 1993; McDermott, 1993; Gil Perez, 1996; Osborne, 1996 etc.). Mas deparamo-nos com um corpo docente com uma formação heterogênea e com alunos oriundos de um meio socio-cultural diversificado.

Ao mesmo tempo em que a escola deve fornecer uma formação mais homogênea, para que os alunos façam parte de uma realidade nacional (constituindo uma nação), ela também deve oferecer uma certa variedade e diversificação de propostas, para atender a crescente diversidade de interesses. Hoje admite-se, como meta a ser atingida (Toranzos, 1996), que a educação deva atender a pelo menos três critérios de qualidade: Eficácia; Relevância e Processos.

A avaliação da forma que tem sido usada, tem apresentado um forte caráter de medida pontual. Há uma cultura generalizada de que os instrumentos de avaliação sejam bastante precisos (González, 1996). Em geral, os professores usam um repertório reduzido de instrumentos de avaliação. São eles: as provas e os testes. Acreditam que os testes são capazes de medir objetivamente o conhecimento conceitual dos estudantes e verificar se eles estão atentos a aula ou que reproduziram o que o professor “passou” (Duffee, 1992), passando a ser sinônimo de medição, reprovação, sanção, classificação, restringindo a sua observação ao desempenho dos alunos, e traduzindo, os seus resultados em pontos ou em notas (Aedo, 1996; Sell, 1989). Poucos estudantes, nesse contexto, desenvolvem uma visão dinâmica do conhecimento científico. Criam uma visão fechada e distorcida de ciência (Trumbull, 1993).

Disso surge uma grande dificuldade para realizar mudanças no sistema de avaliação. Pois tem-se sempre uma dúvida de que como poder-se-ia atribuir notas com um novo sistema. O sistema tradicional, faz com que o professor sinta-se seguro para atribuir notas aos alunos e prestar contas a burocracia da escola. Em parte, isso acontece porque é muito mais fácil para o professor, reproduzir acriticamente este sistema já consagrado (Alonso et al., 1992). Além disso, ele vem vivenciando este tipo de prática durante toda a sua formação, desde a época em que foi aluno até os dias atuais. Mesmo que o professor inove, acaba por avaliar de forma tradicional.

Para elaborarmos um novo sistema de avaliação, alternativo ao tradicional, que consiga acompanhar de uma forma mais contínua o desenvolvimento dos alunos, servindo de feedback tanto para o professor (dizendo se as atividades de ensino estão ou não funcionando, se é preciso ou não redirecionar o ensino), quanto para os alunos (servindo como elemento de tomada de consciência de suas dificuldades e para propiciar os seus desenvolvimentos etc.), é fundamental termos clareza de quais são os conhecimentos, habilidades e atitudes (Coll, 1992) que queremos que os estudantes desenvolvam. Além disso, dentre esses conhecimentos e habilidade, devemos saber quais são os que os aluno devem saber minimamente, para que possam avançar no curso.

Suponhamos que em um dado curso de física, deseja-se ensinar os conhecimentos **C₁**, **C₂**, **C₃**, **C₄**, **C₅** e desenvolver as habilidades **H₁**, **H₂**, **H₃**, **H₄** e **H₅**. Para cada conteúdo ou habilidade, deve existir um instrumento de avaliação capaz de indicar se estes foram ou não atingidos, **AvC₁** e **AvH₁** seriam os instrumentos de avaliação relativos aos conteúdos **C₁** e habilidades **H₁**. Esses instrumentos serão usados como uma ferramenta para realizar os diagnósticos, que irão dizer se cada aluno atingiu ou não os objetivos especificados. Caso o aluno não tenha atingido alguns dos objetivos, a avaliação correspondente deverá qualificar o problema ou a dificuldade encontrada pelo aluno. Em forma de tabela, temos:

Conhecimentos	C₁	AvC₁	C₂	AvC₂	C₃	AvC₃	C₄	AvC₄	C₅	AvC₅
Habilidades	H₁	AvH₂	H₂	AvH₂	H₃	AvH₃	H₄	AvH₄	H₅	AvH₅

Com essa tabela, não estamos sugerindo que se tenha uma “provinha” para cada habilidade desejada ou uma para cada conhecimento. Estamos sim, tentando sugerir que nos instrumentos de avaliação, sendo realizados através de questões dissertativas ou não, deve-se ter clareza sobre que o se está avaliando. Pode-se ter uma “prova” com muitas questões sobre um determinado conhecimento, que explore as suas várias nuances, mas que estas sejam estruturadas dentro do que se espera e planeja para o curso. Pode-se ainda, em um relatório de uma experiência, buscar medir diversos conhecimentos e habilidades, mas que este possam ser identificados e de antemão saiba-se qual e o grau de dificuldade e de aprofundamento que se espera dos alunos em função do ensino realizado (Silva e Barros Filho, 1997).

Voltando ao cerne, vamos considerar ainda que os conhecimentos **C₁**, **C₃**, **C₅** façam parte dos objetivos mínimos, ou seja, *a priori* os alunos não poderiam prosseguir no curso caso não os tenha alcançado. Desta forma, caso o estudante não atinja o objetivo **C₃** (tendo ficado com uma nota abaixo da mínima de aprovação), ele deverá recuperá-la. Caso não tenha, durante o curso, desenvolvido a habilidade mínima **H₅**, o aluno deverá fazer uma recuperação visando o desenvolvimento desta habilidade, e não de outras.

Se após está recuperação o aluno cumprir o objetivo mínimo que ele não havia alcançado, ele passará a ter a nota mínima para a aprovação. Caso durante a recuperação ele, atinja o objetivo mínimo e supere-o, cumprindo outros objetivos que não haviam sido alcançado, terá uma nota acima da necessária para a aprovação.

Para os demais alunos, que atingiram mais que simplesmente os objetivos mínimos, a sua nota deverá estar entre a nota mínima para a aprovação e a nota máxima (inclusive). Acreditamos que a distribuição da nota neste caso, deve levar em consideração a quantidade de objetivos alcançados (conteúdos e habilidades desenvolvidas) e o empenho (atitudes perante ao processo).

Maiores detalhes, podem ser obtidos na internet: <http://fae.unicamp.br/~gepce/html/dirceu.html>

Bibliografia

1. AEDO, E. M. (1996). Una mirada a la evaluacion en la educación: Nuevas exigencias para la evaluación del rendimiento escolar. Otro reto de la comunidad educativa para mejorar la calidad. *Educación*. Primer semestre de 1996(20): 49-61
2. ALONSO, M., GIL, D. y MARTÍNEZ-TORREGROSSA, J. (1992). Los exámenes de física en la enseñanza por transmisión y en la enseñanza por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*. 10(2): 127-138.
3. ASTOLFI, J.P. e PETERFALVI, B. (1993). Obstacles et Construction de Situations Didactiques en Sciences Expérimentales. *ASTER*, no 16, pp. 103-142.
4. DUFFEE, L., AIKENHEAD, G. (1992). Curriculum change, student evaluation, and teacher practical knowledge. *Science Teacher Education*. 76(5): 498-506.
5. DUSCHL, R.A. e GITOMER, D.H. (1991). Epistemological Perspectives on Conceptual Change: Implications for Educational Practice. *Journal of Research in Science Teaching*. 28(9): 839-858.
6. GIL-PEREZ, D. (1996). New Trends in Science Education. *Intenational Journal of Science Education*. 18 (8): 889-901.
7. GONZÁLEZ, L. A. O. (1996). Contratos de Evaluacion. *Educación*. Segundo semestre de 1996(21): 59-73.
8. McDERMOTT, L.C. (1993). Como Enseñamos y como Aprendem los Estudiantes. Un Desastre? - 2a parte. *Enseñanza de la Física*. 6(2): 19-28.
9. OSBORNE, J.F. (1996). Beyond Constructivism. *Science Education*. 80(1): 53-82.
10. SELL, G. R. (1989). An organizational perspective for the effective practice of assessment. *New Directions for Higher Education*. 67, 21-41.
11. SILVA, D., BARROS FILHO, J. (1997-a). A busca de coerência com os preceitos construtivistas no processo de avaliação da aprendizagem. A ser publicado nas *Atas do Foro de la Academia de Ciencias de América Latina: Enseñanza de la Educación Básica en América Latina: Encuentro de Educadores e Investigadores Científicos* - Caracas, Novembro/97.
12. TORANZOS, L. (1996). Evaluación y calidad. *Revista Iberoamericana de Educación*. n.10: 63-78.
13. TRUMBULL, D. J., KERR, P. (1993). University researchers' inchoate critiques of science teaching: Implications for the content of preservice science teacher education. *Sience Education*. 77(3): 301-317.
14. WHEATLEY, G.H. (1991). Construtivist Perspectives on Science and Mathematics Learning. *Science Education*, 75(1): 9-21.

PAINEL 16.12 - QUEM COLA SAI DA ESCOLA: UMA PROPOSTA ALTERNATIVA DE AVALIAÇÃO

Renato Pontone Junior¹, Sérgio Luiz Talim² e Jésus de Oliveira²

¹Colégio Batista Mineiro BH/MG; ²Colégio Técnico, CECIMIG/UFGM

INTRODUÇÃO

A avaliação talvez seja um dos temas mais polêmicos dentre os muitos temas relacionados com o processo de ensino-aprendizagem. Neste trabalho, pretendemos apresentar um instrumento alternativo de avaliação, quem vem sendo utilizado por nós, em caráter experimental, no Colégio Batista Mineiro. Este instrumento, que denominamos PROVA COM COLA, faz parte de uma série de mudanças relacionadas ao processo de avaliação que estamos tentando implementar no ensino médio na disciplina que ministraremos: a Física.

A PROPOSTA

Quando falamos em prova com cola, a maioria das pessoas pensam numa prova com consulta, na qual o aluno pode consultar seu caderno ou seu livro enquanto realiza a prova. Outras pessoas pensam numa prova em grupo em que os alunos podem trocar informações durante a realização da mesma. Nesse sentido, o que a prova com cola tem de novo?

Na verdade, embora a nossa proposta se pareça um pouco com a prova com consulta ela tem algumas características peculiares que fazem a diferença. Trata-se de uma prova dissertativa e/ou de resposta objetiva na qual o aluno pode consultar uma cola, previamente preparada, durante a resolução da prova. A diferença em relação à prova com consulta está justamente nas características da cola, quais sejam:

- é preparada previamente pelos alunos;
- deve ocupar no máximo uma lauda de papel tamanho ofício;
- deve ser manuscrita;
- não podem ser utilizadas cópias xerox na sua montagem.

Portanto, a prova com cola não deixa de ser uma prova com consulta, com a diferença dos alunos consultarem um resumo previamente preparado por eles mesmos.

OS PRESSUPOSTOS DA PROPOSTA

Ao elaborarmos nossa proposta partimos de alguns pressupostos que podem ser resumidos em:

- Os estudantes geralmente “colam” informações de importância secundária, informações que rapidamente são esquecidas depois que a prova passa. No caso da física, são exemplos dessas informações secundárias: fórmulas matemáticas, casos de exceção à regra, algumas definições mais específicas.
- A maioria dos estudantes acredita que estudar para a prova de física resume-se em ler os destaques do livro e decorar algumas fórmulas.
- A maioria dos estudantes não tem o hábito de ler o livro de física sendo que o mesmo só é utilizado para a resolução de exercícios.
- A maioria dos estudantes tem dificuldade de sintetizar as idéias apresentadas num texto, atribuindo um mesmo grau de importância para tudo que está no texto.

Tendo em mente os pressupostos acima pensamos que a prova com cola poderia ser, além de um instrumento de avaliação, um instrumento de ensino. Sejamos um pouco mais claros. Um estudante que tem dificuldade de elaborar resumos, por exemplo, poderá desenvolver essa habilidade elaborando suas colas. O estudante que não tem o hábito de ler o livro de física, passará a tê-lo, uma vez que dependerá da leitura para elaborar suas colas. E o que é mais importante, o estudante que conseguir resumir em uma lauda o assunto de um capítulo, por exemplo, estará sem dúvida bem preparado para a prova.

Tudo o que está dito acima ainda são simples especulações, ou melhor, são algumas de nossas aspirações. Pretendemos, com o desenvolvimento da nossa proposta, obter dados e/ou evidências favoráveis a essas aspirações.

A METODOLOGIA DE TRABALHO

A metodologia de trabalho que já estamos desenvolvendo com as turmas da 1^a e 2^a séries do ensino médio do Colégio Batista Mineiro¹ consiste em aplicar uma prova com o mesmo padrão das demais provas realizadas em outras ocasiões. Os alunos são avisados que a prova será com cola e que a cola deverá ter as características apresentadas no item “A PROPOSTA” deste trabalho. Após resolverem a prova os alunos entregam, juntamente com a prova, suas colas devidamente identificadas. É facultado o uso da cola, mas, uma vez que o aluno opte por utilizá-la, ele deve entregá-la ao professor no final da prova.

A análise das colas, a comparação de desempenho dos alunos nas provas convencionais e nas provas com cola, o acompanhamento do desempenho dos alunos em diferentes provas com colas, são algumas das estratégias que estamos utilizando para verificar o papel da prova com cola no ensino. Realizamos também algumas entrevistas com os alunos a fim de sondar suas opiniões a respeito da prova com cola.

Até o momento analisamos os resultados referentes a duas provas com cola: uma realizada no mês de agosto e outra realizada no início de novembro de 1998. Contamos com uma amostra de 237 alunos da 2^a série do ensino médio. Comparamos os desempenhos desses alunos nas provas com cola com o desempenho nas provas convencionais. Já temos alguns indicativos interessantes (ver gráficos), mas esperamos obter informações mais precisas a medida que obtivermos mais dados para análise. Pretendemos, durante o ano letivo de 1999, continuar utilizando a prova com cola a fim de termos uma amostra maior para podermos, então, concluir este trabalho.

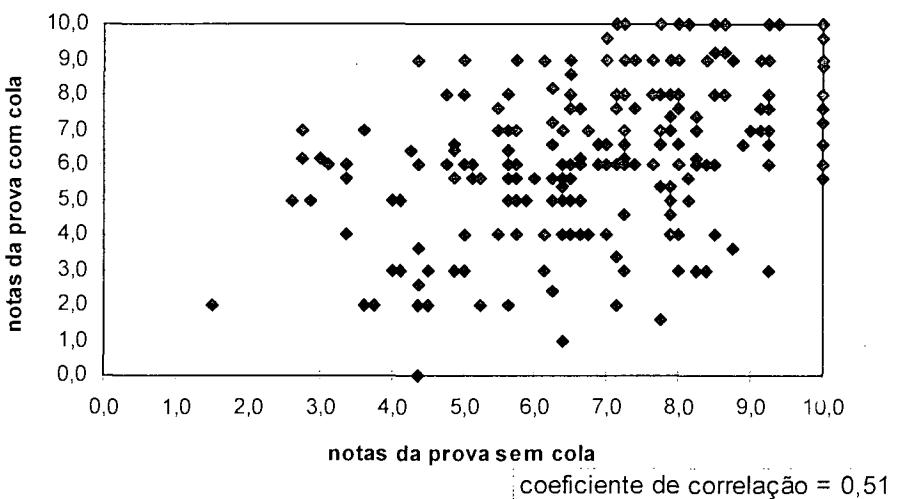
ALGUMAS CONCLUSÕES PARCIAIS

Conforme foi citado na introdução deste trabalho, a prova com cola é uma proposta alternativa de avaliação que ainda está em fase experimental. As implicações dessa proposta no ensino ainda estão sendo investigadas. Esperamos em breve estabelecer os pontos positivos e negativos de tal proposta de uma maneira bem clara e precisa. Entretanto, mesmo estando em fase experimental, já temos algumas conclusões interessantes a respeito da nossa proposta:

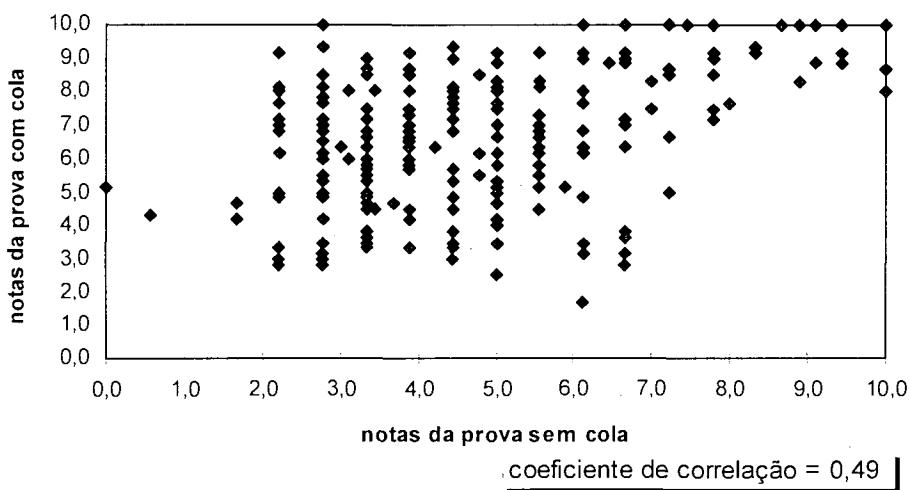
- quando os alunos realizam a primeira prova com cola, ficam desconfiados do professor, pensam que a prova é, na verdade, uma armadilha;
- em geral, quando elaboram a primeira cola, os alunos têm uma tendência a tentar colocar no papel a cópia de todo o conteúdo marcado para a prova, para isso, reduzem o tamanho da letra de modo a caber todo um capítulo, por exemplo, numa página de papel ofício;

- em geral, os alunos que agem da maneira citada anteriormente, vão mal na prova e, consequentemente, não elaboram cola na prova seguinte (alegando que a cola não serviu para nada) ou mudam a estratégia de elaboração da cola;
- a prova com cola sempre deve ter uma questão que os alunos consigam responder com a consulta direta à cola (sem precisar estabelecer relações ou raciocínios mais elaborados), caso contrário os alunos se sentem desmotivados a elaborarem a cola.
- muitos alunos, ao elaborarem suas colas, utilizam uma linguagem própria, muitas vezes incompreensíveis para outras pessoas, mas que eles próprios conseguem entender. Valem-se de abreviaturas, símbolos e esquemas.(ver exemplos)
- muitas colas apresentam erros conceituais.(ver exemplos)
- os resultados dos alunos nas provas com cola e sem cola não são muito diferentes, ou seja, o aluno que normalmente tira uma boa nota nas provas convencionais também o faz nas provas com cola e o aluno que normalmente tira uma nota ruim mantém o mesmo padrão. (ver gráficos)

Correlação entre as notas da 1^a prova com cola e da 1^a prova sem cola

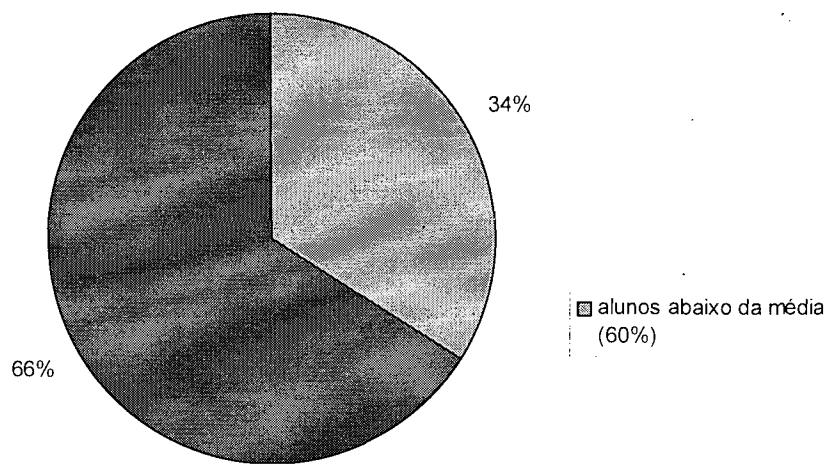


Correlação entre as notas da 2^a prova com cola e da 2^a prova sem cola

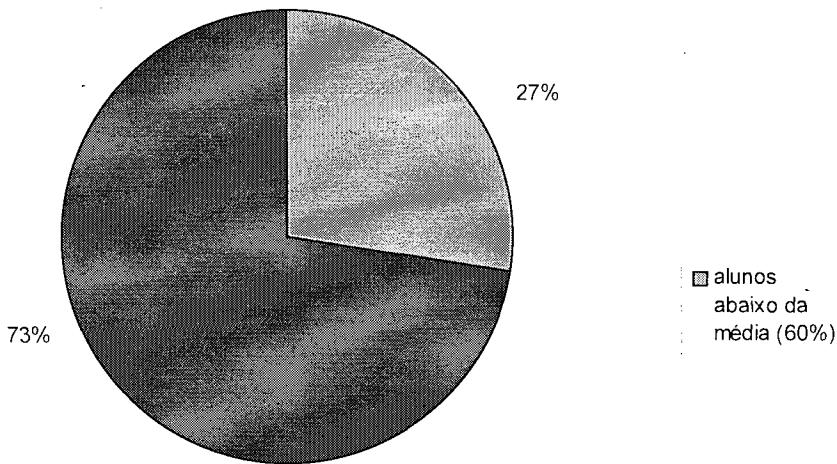


Comentários: Pela análise dos gráficos acima podemos ver que existe uma correlação² positiva entre as notas das provas com cola e das provas sem cola. Essa correlação positiva indica que, de uma maneira geral, o aluno que obteve uma boa nota na prova com cola também obteve uma boa nota na prova sem cola e o aluno que obteve uma nota ruim na prova com cola também obteve nota ruim na prova sem cola.

Percentual de alunos com e sem média na 1^a prova com cola

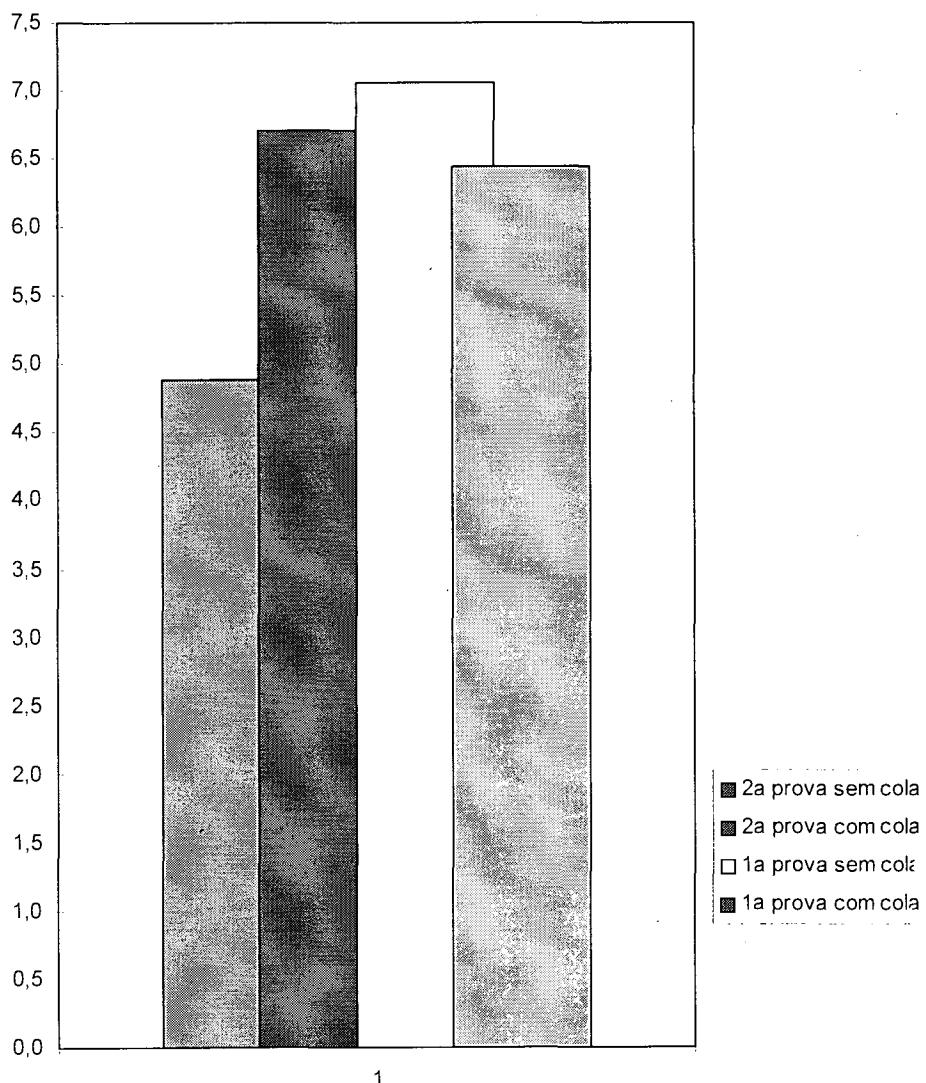


Percentual de alunos com e sem média na 1^a prova sem cola



Comentários: Podemos perceber pelos gráficos que o percentual de alunos abaixo da média não foi muito diferente nas duas provas em questão. Podemos perceber, inclusive, que o resultado da prova com cola foi ligeiramente pior do que o resultado da prova sem cola. Vale lembrar que o gráfico acima reflete o resultado da 1^a prova com cola e, conforme já foi citado, os alunos têm uma tendência de achar que a prova com cola é uma armadilha preparada pelo professor, e isso, ao que tudo indica, acaba refletindo em suas notas.

Média dos alunos nas provas com cola e nas provas convencionais



Comentários: Podemos notar pelo gráfico acima que as médias das notas dos alunos em provas convencionais (sem cola) e em provas com cola não são muito diferentes. O resultado da 2a prova sem cola é um pouco questionável devido ao fato dela ter sido a última prova do ano letivo de 1998, sendo que a maior parte dos alunos já estava aprovada.

¹O autor deste trabalho está implementando a proposta somente com as turmas da 2^a série do ensino médio.

²A correlação mede o grau de relação entre duas ou mais variáveis. Duas variáveis estão perfeitamente correlacionadas se podemos obter uma delas a partir da outra por meio de alguma equação. A correlação linear nos diz o quanto a relação entre as variáveis se aproxima de uma relação linear, ou de uma reta quando representamos os dados em um gráfico de dispersão. O coeficiente de correlação mede a correlação linear entre duas variáveis. Seu valor varia de -1 a +1.

ENCONTROS TEMÁTICOS

Durante o XIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, ocorreram 4 (quatro) Encontros Temáticos, sugeridos por profissionais da área de Física e Ensino de Física. Entretanto, a Comissão Organizadora não ficou com nenhum relato das atividades para publicação na Atas. Os encontros realizados foram:

E1: O papel da representação nas comunicações de ciências do Ensino Fundamental

Organizadora: Isabel Martins - Colégio Técnico/UFMG

E2: 5º Encontro de Astronomia no Ensino de Física

Organizadora: Silvia H. Becker Livi - IF/UFRGS

E3: Encontro dos Professores de Física da Escolas Técnicas e de formação profissional

Organizador: Nilson M. D. Garcia - CEFET/PR

E4: Olimpíadas da Física

Organizador: Ozimar Pereira - IF/USP

ATA DA ASSEMBLÉIA FINAL DO XIII SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA

A Assembléia Final do XIII Simposio Nacional de Ensino de Física teve início às 16 horas do dia 28 de janeiro de 1999 no auditório da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília com a presença de 82 participantes.

A mesa foi formada pelos professores Eduardo Adolfo Terrazan, secretário de ensino da Sociedade Brasileira de Física e pela professora Maria de Fátima Rodrigues Makiuchi, coordenadora local do XIII Simpósio Nacional de Ensino de Física.

Dando início à sessão, a professora Maria de Fátima R. Makiuchi inicia uma breve prestação de contas do XIII SNEF e avaliação de serviços. Segundo a coordenação, o XIII SNEF contou com mais de 400 inscrições e um público flutuante em torno de 500 participantes. Várias regiões do país estavam representadas no Simpósio.

Muitos serviços como transportes e alojamento foram prejudicados pela demora na resposta das agencias de financiamento sobre o apoio.

A coordenação avisa que a partir do dia 29 de janeiro, último dia do Simpósio, estarão disponíveis os certificados de participação no Simpósio na secretaria do evento e que os certificados restantes serão entregues pelo correio.

Em seguida o professor Eduardo Terrazzan abre a sessão de sugestões, resultados de encontros e mesas redondas, moções ou mesmo encaminhamentos para o próximo SNEF.

1. Proposta da Mesa Redonda: Formação em Física dos Professores de Ciências do Ensino Fundamental (Deise Miranda IF/UFRJ; Arnaldo Vaz Colégio Técnico/UFMG)

Que a Sociedade Brasileira de Física, através da secretaria de ensino, procure viabilizar junto às outras entidades científicas relacionadas à Educação Científica, a partir da seguinte comissão Prof. Jorge Megid, Prof.a Sonia Salém e Prof. Arnaldo Vaz a formação de uma Rede Nacional de Divulgação da Produção Acadêmica, Científica e Didática em Educação em Ciências.

Votação: Aprovada por unanimidade.

A Comissão terá por incumbência elaborar uma proposta de articulação dos diversos bancos de dados já existentes no país, inclusive convidando outras entidades de Educação Científica a participarem. A Sociedade Brasileira de Física deverá avalizar esse trabalho e encaminhar a divulgação do seu resultado.

2. Moção encaminhada por Prof. Ildeu de Castro Moreira IF/UFRJ

Que a Sociedade Brasileira de Física encaminhe ao MEC uma moção de protesto, sob forma de carta, cobrando que haja um debate democrático, no sentido de permitir que comunidade de educadores em ciência seja ouvida e participe no processo de reconstrução da educação brasileira. Nesse sentido, a Sociedade Brasileira de Física deverá procurar as outras sociedades científicas para que subscrevam a carta.

Votação: Aprovada por unanimidade.

Os professores Ildeu de Castro Moreira, José André P. Angotti e Deise M. Vianna responsabilizaram-se pela redação da moção.

3. Moção do Professor Luis Carlos de Menezes (IF/USP)

Propõe uma moção de homenagem à professora Susana Lehrer de Souza Barros.

"O Simpósio Nacional de Ensino de Física, realizado em Brasília em janeiro de 1999, homenageia a Professora Susana Lehrer de Souza Barros por seu consistente trabalho para a promoção e aperfeiçoamento da educação científica no Brasil, particularmente por seu trabalho de formação de educadores em física.

O XIII SNEF encaminha ainda a Sociedade Brasileira de Física a solicitação de que essa homenagem seja registrada e divulgada pelos órgãos da SBF e formalizada por documento dessa entidade."

Votação: aprovada por unanimidade

A prof.a Fatima pede que todas as propostas sejam encaminhadas por escrito para a mesa.

4. Sugestão encaminhada pelo Professor Nilson D. Garcia

Que se inclua, nas Atas do XIII SNEF dados sobre os cursos ofertados, tais como nome do curso, docentes, público - alvo, ementas ou resumos.

A Coordenação local acolheu a sugestão

**5. Sugestão de Tema Geral para o XIV SNEF encaminhado pelo Professor Décio Pacheco
Professor de Ciências: para quê e por quê?**

Em seguida, o professor Eduardo Terrazzan solicitou a indicação de locais para o próximo Simpósio Nacional de Ensino de Física. O professor Alexandre Medeiros sugeriu que o XIV SNEF seja realizado em Pernambuco, na Universidade Federal Rural de Pernambuco em Recife/Olinda. A indicação deste local foi aprovada pela plenária.

Ainda discutindo-se a realização do próximo SNEF, foi encaminhada uma discussão sobre o melhor período para a realização do Simpósio Nacional de Ensino de Física. Houve propostas no sentido de mudar a data de janeiro para o meio do ano - junho ou julho, mas a comissão local do próximo SNEF avaliou que pelas condições regionais a melhor época continua sendo em janeiro ou fevereiro.

A professora Maria Lúcia Vital dos Santos Abib, coordenadora do VII EPEF informa que a primeira circular do Encontro deverá sair em maio de 1999. O evento está previsto para o final de março de 2000 e deverá manter o mesmo formato do último EPEF, ocorrido em outubro de 1998.

Dando prosseguimento à plenária, iniciou-se o 3º ponto de pauta, a saber, a indicação de nomes para compor a Comissão Nacional de Ensino da Sociedade Brasileira de Física, o lançamento de nomes para o Conselho da Sociedade Brasileira de Física e a indicação de um nome para o cargo de secretário de ensino para compor a próxima chapa da sociedade, uma vez que no meio do ano de 1999 ocorrerão eleições para nova diretoria da SBF.

O professor Eduardo Terrazzan esclarece que a Comissão Nacional de Ensino é uma comissão estatutária, isto é, é organizada a partir da posse da nova diretoria.

Para a *Comissão Nacional de Ensino* foram indicados os seguintes nomes:

Prof. Alexandre Medeiros
Prof. Luis Carlos de Menezes
Prof. Marco Antônio Moreira
Prof^a. Susana de Souza Barros
Prof. Oto Borges

Para o *Conselho da Sociedade Brasileira de Física* foram lançados os seguintes nomes:

Prof. Fernando Albuquerque de Oliveira
Prof. Ildeu de Castro Moreira
Prof. Eduardo Adolfo Terrazzan

Todos os nomes foram aprovados por unanimidade.

Para o cargo de *Secretário de Ensino da Sociedade Brasileira de Física* foi indicado o nome do Prof. Maurício Pietrocola. O professor Maurício Pietrocola aceitou a indicação e a plenária aprovou a indicação por unanimidade.

Tendo discutido todos os pontos a pauta, o professor Eduardo Terrazzan agradece a presença de todos, relembra da necessidade de enviar todas as propostas por escrito para a mesa e passa a palavra para a professora Maria de Fátima Makiuchi que deseja um bom final de trabalhos no XIII SNEF e encerra a plenária.