

## **ENSINO DE FÍSICA CENTRADO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: UMA PROPOSTA BASEADA NO USO DE RECURSOS DIVERSOS**

### **PHYSICS TEACHING CENTERED IN THE PROBLEM SOLVING: A PROPOSAL BASED ON VARIOUS RESOURCES**

**Eduardo A. Terrazzan<sup>1</sup>, Andréia Aurélio da Silva<sup>2</sup>, Luciana Bagolin Zambon<sup>3</sup>,**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria/Centro de Educação/Núcleo de Educação em Ciências,  
eduterrabr@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Maria/Centro de Educação/Núcleo de Educação em Ciências,  
a\_andreia\_s@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Universidade Federal de Santa Maria/Centro de Educação/Núcleo de Educação em Ciências,  
luzambon@gmail.com

#### **Resumo**

Na sociedade contemporânea, os conhecimentos relacionados à Ciência, em geral, e à Física, em particular, tornam-se cada dia mais importantes para uma compreensão adequada dos artefatos tecnológicos que estão à nossa volta e que condicionam nosso cotidiano, o que deve refletir-se na possibilidade de uma melhor qualidade de vida, uma melhor inserção no mundo do trabalho e de uma participação social ativa e transformadora. Em suma, esses conhecimentos e o uso que possamos fazer deles devem contribuir para o exercício de uma cidadania plena. Para isso, é necessário que o Ensino de Física seja não só repensado em termos propositivos, mas que ações investigativas em contextos práticos de sala de aula sejam efetivadas e delas sejam sinalizadas transformações necessárias e possíveis para o atendimento das exigências de formação da cidadania já apontada. Uma alternativa possível é a organização e o desenvolvimento de um *Ensino de Física centrado na Resolução de Problemas*. Isto é conseguido mediante a proposição de Atividades Didáticas que iniciem com a apresentação de Situações-Problema que exijam dos alunos uma atitude ativa e um esforço na busca de suas próprias respostas, ou seja, que os desafie e os estimule à construção do seu próprio conhecimento. Neste trabalho, discutimos o processo de reestruturação de 03 Atividades Didáticas baseadas em recursos didáticos diversos - analogia, experimento e texto de divulgação científica - as quais, inicialmente, seguiam modelos específicos para o uso de cada recurso em sala de aula e que na nova configuração se caracterizam como Atividades Didáticas de Resolução de Problemas numa Perspectiva Investigativa.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Resolução de Problemas, Perspectiva Investigativa, Recursos Didáticos, Atividades Didáticas

#### **Abstract**

In the contemporaneous society, the knowledge concerned to the science, in general and particular to Physics, becomes every day more important for a suitable comprehension of the technological artifact that are around us and conditionate our quotidian, fact that may reflect in a better life condition possibility, and a better insertion in the world of job and an active social participation. In resume, this

knowledge and the use that we can do with it, must contribute to the exercise of a full citizenship. To do this, it is necessary that the Physics teaching be not just rethink in proposal terms but also that the investigative actions in the classroom practical context must be done, and from them be signaled necessary transformations and possibilities to the understanding of the exigencies of a citizenship formation yet pointed. A potential alternative is the organization and the development of a Physics teaching settled in the problem solving. This is get with a proposal of Didactical Activities that begins with the presentation of Problem-Situations that require from student an active attitude and a struggle for finding their self answers, in other words an attitude that dares and stimulates to the construction of their self knowledge. In this work, we discuss the several didactical resources – analogy, experiments and scientific divulgation texts – what, primarily, agrees to specific models for use in each resource in the classroom and that the new configuration is characterized as Didactical Activities of Problems Resolutions in an Investigative Perspective.

**Keywords:** Physics teaching, Problems solving, Investigative Perspective, Didactical Resources, Didactical Activities.

### ***Introdução***

Na sociedade contemporânea, os conhecimentos relacionados à Ciência, em geral, e à Física, em particular, tornam-se cada dia mais importantes para uma compreensão adequada dos artefatos tecnológicos que estão à nossa volta e que condicionam nosso cotidiano, o que deve refletir-se na possibilidade de uma melhor qualidade de vida, uma melhor inserção no mundo do trabalho e de uma participação social ativa e transformadora. Em suma, esses conhecimentos e o uso que possamos fazer deles devem contribuir para o exercício de uma cidadania plena.

Para isso, é necessário que o Ensino de Física seja não só repensado em termos propositivos, mas que ações investigativas em contextos práticos de sala de aula sejam efetivadas e delas sejam sinalizadas transformações necessárias e possíveis para o atendimento das exigências de formação da cidadania já apontada. Uma alternativa possível é a organização e o desenvolvimento de um *Ensino de Física centrado na Resolução de Problemas*. Isto é conseguido mediante a proposição de Atividades Didáticas que iniciem com a apresentação de Situações-Problema que exijam dos alunos uma atitude ativa e um esforço na busca de suas próprias respostas, ou seja, que os desafie e os estimule à construção do seu próprio conhecimento.

Neste sentido, passamos a fundamentar esta perspectiva de modo a orientar a organização das diferentes Atividades Didáticas, que compõem o acervo do Núcleo de Educação em Ciências (NEC/CE/UFSM), sob um mesmo foco, ou seja, centradas na Resolução de Problemas com Caráter Investigativo.

A possibilidade de pensarmos uma organização similar ou comum para as diferentes atividades didáticas se torna viável, uma vez que, percebe-se que há um corpo de conhecimentos e/ou aspectos comuns em todas elas. Em cada atividade pretendemos que ocorra: uma maior compreensão, por parte dos alunos, dos conteúdos conceituais da Física; uma aprendizagem mais significativa dos alunos, ou seja, uma participação cada vez maior dos alunos no seu processo de construção

do conhecimento; o desenvolvimento de conteúdos de diferentes naturezas, conceituais, procedimentais e atitudinais.

Segundo García e García (1997) as atividades de sala de aula, pensadas a partir desta perspectiva: despertam o interesse dos alunos para o assunto a que se refere à atividade; possibilitam a explicitação e o questionamento das concepções dos alunos a respeito do assunto que se refere a atividade, iniciando, assim, o processo de reestruturação destas concepções; propiciam a adequação das propostas de estudo ao nível intelectual e às características dos alunos, na medida em que, impossibilitam planejamentos recheados de abstrações, muitas vezes, utilizadas somente no nível acadêmico.

No entanto, torna-se necessário que as situações-problema, que orientam cada atividade, sejam situações didáticas nas quais se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. E essa aprendizagem, que constitui o verdadeiro objetivo da situação-problema, se dá ao vencer o obstáculo na realização da tarefa. Além disso, esta situação deve ser apresentada de forma contextualizada, a fim de possibilitar aos alunos o reconhecimento e apropriação dessa situação como um legítimo problema. (LOPES, 2004).

Neste sentido, para o desenvolvimento de um processo de ensino/aprendizagem centrado na resolução de problemas algumas características, das situações-problema, são fundamentais, são elas: Uma situação-problema é organizada em torno da resolução de um obstáculo pela classe, o qual deverá ser previamente identificado; Os alunos ao não disporem, inicialmente, dos meios para chegar à solução buscada, devido à existência de um obstáculo a ser superado, fará com que eles necessitem elaborar ou a se apropriar coletivamente dos instrumentos intelectuais necessários à construção da solução; A situação-problema deve oferecer resistência suficiente, levando o aluno a investir nela seus conhecimentos anteriores disponíveis, assim como suas representações, de modo que ela leve a questionamentos e à elaboração de novas idéias; A hipotetização, antecipação dos resultados e sua expressão coletiva precedem à busca efetiva da solução, fazendo parte do jogo o “risco” assumido por cada um; O reexame coletivo do caminho percorrido é a ocasião para um retorno reflexivo, de caráter metacognitivo; auxilia os alunos a se conscientizarem das estratégias que executaram de forma heurística e a estabilizá-las em procedimentos disponíveis para novas situações-problema.

Estes aspectos comuns a todas as atividades didáticas poderão ser melhor contempladas no modelo didático-pedagógico que estamos propondo, pois, este modelo tem como objetivo maior melhorar a aprendizagem dos alunos, propiciando um ambiente de sala de aula em que há uma interação entre professor, alunos e situações-problema. Para propiciar esta interação as situações-problema devem, preferencialmente, basear-se no cotidiano dos alunos, tanto em acontecimentos e/ou fatos naturais como em realizações/desenvolvimentos tecnológicos (Lopes e Costa, 1996). Além disso, este modelo prevê um tratamento amplo dos conteúdos a serem ensinados, abrangendo tanto os conceitos quanto os procedimentos e atitudes.

Dessa forma, ao se desenvolver um processo de ensino-aprendizagem nesta perspectiva, percebe-se que as atividades didáticas passam a se caracterizar por Atividades Didáticas de Resolução de Problemas (ADRP), ou seja, iniciam através de uma situação-problema e o seu desenvolvimento (processo de resolução) exigirá a realização de uma análise da situação-problema, de uma reflexão e

discussão conjunta entre os próprios alunos e entre os alunos e o professor e por fim uma análise de todo processo de resolução praticado.

A partir destas indicações, defendemos que nos planejamentos escolares haja um espaço cada vez maior para ADRP que se baseiam no tratamento de situações-problema abertas e mais próximas da realidade. Partimos do pressuposto de que essas atividades, além de auxiliarem no desenvolvimento da capacidade e da autonomia dos alunos para enfrentarem situações-problema do dia-a-dia, ajudam no aprimoramento do desempenho necessário frente às exigências impostas pela sociedade atual.

A atividade de solucionar problemas envolve um grande grau de criatividade, pois, cada solucionador utilizará suas experiências, conhecimentos e interpretações para resolver a situação-problema em jogo. Isto exigirá a elaboração de hipóteses, estratégias ou planos a serem seguidos de forma consciente, culminando, por vezes, em resultados que necessitam de análises cuidadosas.

Quanto à dinâmica de desenvolvimento das ADRP, estas podem se desenvolver tanto através de uma atividade de Resolução de Problemas de Lápis e Papel, quanto de uma atividade com uso de Experimento, Texto de Divulgação Científica e/ou Analogia. É importante ressaltar que as situações propostas devem sempre envolver situações vivenciais, mas, é necessário também que estas sejam apresentadas o mais abertas possíveis, de modo que estimulem os alunos a levantarem as “variáveis” envolvidas, os parâmetros relevantes e as possibilidades de resolução, exigindo, assim, uma mobilização dos diferentes conhecimentos necessários para o encaminhamento do processo de resolução. Além disso, para que o trabalho, com as ADRP no Ensino de Ciências, em geral, e em particular, o Ensino de Física, seja adequado, todas as atividades didáticas desenvolvidas devem basear-se na mesma perspectiva.

Assim, a proposta que iremos defender, neste trabalho, baseia-se em parte na perspectiva que orienta para um ensino centrado na Resolução de Problemas (RP), defendida por Lopes, 2004; Gil Perez et al, 1992; Garcia e Garcia 1997 e na perspectiva que preconiza que o ensino de ciências deve ser baseado em investigações. Logo, trataremos de discutir as características de atividades didáticas de resolução de problemas numa perspectiva investigativa baseadas em diferentes recursos.

Um dos trabalhos desenvolvidos no NEC/UFSM, é a elaboração de Atividades Didáticas (AD) que compõem Acervos e que são implementadas em aulas de Física do Ensino Médio. Estas AD são baseadas em recursos diversos, a saber: analogias, experimentos, textos de divulgação científica. Para a estruturação dos roteiros utilizados para elaborar estas atividades foram realizados estudos com a comparação de modelos para uso destes recursos, até chegar aos modelos de roteiros que temos hoje e que compõem os acervos de Atividades Didáticas do NEC.

Na sequência, trataremos de cada um destes recursos, abordando pressupostos teóricos e metodológicos, modelos de uso adotados e pesquisas desenvolvidas no NEC em relação ao uso destes recursos e à implementação destas atividades em sala de aula.

### ➤ Analogias

O uso de analogias como recurso didático em sala de aula tem sido investigado por vários pesquisadores em Ensino de Ciências (Duit, 1991; Lawson,

1993; Justi et al, 2006). Em geral, estas pesquisas apontam as analogias como recursos potencialmente úteis, na medida em que, auxiliam os estudantes a compreender/entender conceitos/fenômenos/assuntos desconhecidos mediante as relações de semelhança e de diferença que se estabelecem com conceitos/fenômenos/assuntos familiares/conhecidos para esses estudantes.

Nos trabalhos realizados por nossa equipe, analisamos diversos tipos de materiais didáticos, buscando identificar e analisar, segundo o modelo Teaching with Analogies (TWA), as analogias utilizadas pelos autores destes materiais. Depois, selecionamos as apresentações que serão utilizadas em sala de aula. Para isso, nos baseamos na idéia de potencial didático das analogias, sendo que utilizamos como um dos indicadores desse potencial a contemplação dos passos do TWA. Porém, nos trabalhos de análise (Zambon; Terrazzan, 2007a, Zambon; Terrazzan, 2007b) de Coleções Didáticas desenvolvidas pela equipe do projeto, percebemos que, em geral, a maioria dos passos essenciais para uma boa compreensão de analogias, raramente são contemplados. Assim, consideramos que é possível usar em sala de aula as analogias-base identificadas, porém estas devem ser reestruturadas.

Neste sentido, organizamos as analogias-base selecionadas como Atividades Didáticas baseadas em Analogias (ADA). Para estruturar estas atividades utilizamos como referência o modelo Teaching with Analogies (TWA), proposto por Glynn (1989) e modificado por Harison e Treagust (1993). Este modelo foi criado a partir da análise de livros didáticos e de professores em sala de aula e propõe uma sequência de seis passos para a utilização de analogias, a saber: 1) Introduzir a 'situação alvo' a ser aprendida; 2) Introduzir a 'situação análoga' a ser utilizada; 3) Identificar as características relevantes do 'análogo'; 4) Mapear as semelhanças entre o 'análogo' e o 'alvo'; 5) Identificar os limites de validade da analogia; 6) Extrair conclusões sobre a 'situação alvo'.

O NEC/UFSM possui atualmente um acervo de 25 ADA. Muitas já foram implementadas algumas vezes em sala de aula, por professores colaboradores e por estagiários do curso de licenciatura em física da UFSM, avaliadas e reestruturadas de acordo com a implementação.

### ➤ Experimentos

A tradição do uso de atividades experimentais como recurso didático em sala de aula existe a mais de um século. Durante este tempo, muitas discussões foram realizadas a respeito deste tema, principalmente sobre os objetivos que estas atividades deveriam ter no Ensino de Ciências, em geral, e no Ensino de Física, em particular. (Hodson, 1994). Além disso, diversos termos são utilizados, na literatura, para designar as atividades experimentais, sendo, pois, necessária uma definição mais clara do que é uma atividade baseada em experimento.

Neste sentido, utilizamos, em nosso trabalho, as definições de trabalho experimental, trabalho laboratorial e trabalho de campo, presentes em Leite (2001, p.80). Segundo ela, uma atividade experimental é toda a "atividade que envolve o controle e a manipulação de variáveis", podendo ser: i) um trabalho laboratorial, isto é, uma atividade realizada no laboratório ou em um local que disponha de materiais de laboratório, como por exemplo, no estudo dos fatores que influenciam a resistência elétrica de um condutor; ii) um trabalho de campo, isto é, uma atividade realizada ao ar livre ou no local em que os fenômenos acontecem, como por exemplo, no estudo da influência do tempo de exposição ao sol no crescimento das plantas,

No Brasil, os PCN+, para o Ensino de Física, definem esta atividade como indispensável, devendo privilegiar o fazer, o manusear, o operar e o agir em diferentes formas e níveis. Além disso, as atividades didáticas, baseadas neste recurso, devem ser planejadas de modo a garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno e a desenvolver sua curiosidade e o hábito de sempre indagar. Evitando, assim, que o aluno adquira uma visão distorcida do conhecimento científico, acreditando que este é uma verdade estabelecida e inquestionável.

Entendemos que, uma atividade experimental que se propõem a romper com esta visão deformada da ciência, deve ser orientada por um roteiro experimental mais aberto. Este tipo de roteiro é caracterizado por: 1) apresentar uma situação problema que instiga os alunos a elaborar um procedimento experimental, ao invés de apresentar uma lista de procedimentos para ser seguidos pelos alunos; 2) conferir ao professor o papel de mediador das discussões e ações realizadas durante a atividade pelos alunos; 3) permitir aos alunos que tomem conhecimento do processo percorrido para chegar a um resultado experimental.

O NEC/UFSM possui atualmente um acervo de 36 ADE as quais estão estruturadas de acordo com um modelo que segue três momentos. Num primeiro momento, o professor inicia as discussões/questionamentos lançando algumas questões para seus alunos, de modo que, estes realizem previsões /observações a fim de lançar hipóteses que possam ser testadas e avaliadas a partir da atividade experimental. No segundo momento, os próprios alunos são orientados a fazer a formalização/realização da atividade, para que num terceiro momento, auxiliados pelo professor descrevam a partir de uma análise/comparação o que ocorreu durante o desenvolvimento da atividade.

#### ➤ **Textos de Divulgação Científica**

Os Textos de Divulgação Científica (TDC) podem ser considerados recursos didáticos úteis em sala de aula, na medida em que a linguagem utilizada pelos autores destes textos se aproximam, em geral, da linguagem coloquial/cotidiana utilizada pelos alunos, possibilitando, portanto, que estes se sintam, diante de textos como estes, mais encorajados e dispostos a ler do que diante de textos científicos, nos quais a linguagem é bastante técnica e difícil de compreender. Para uso em sala de aula, alguns cuidados devem ser tomados: como muitos TDC possuem erros conceituais, a leitura prévia e a marcação destes textos, pelo professor, antes de serem utilizados nas implementações é muito importante para sinalizar e tratar estes erros. Além disso, alguns textos explicam os fenômenos/fatos apresentados de modo muito superficial, cabendo ao professor o tratamento mais substancial dessas explicações e dos conceitos/assuntos abordados.

Os TDC vêm sendo utilizados, no NEC, há alguns anos, como recurso didático. Para isso, foram realizados levantamentos de vários textos de Revistas de Divulgação Científica com assuntos relacionados à Ciência, de modo geral, e à Física, em particular, e alguns deles foram estruturados como Atividades Didáticas baseadas em Textos de Divulgação Científica (ADT). Temos, atualmente, um total de 15 ADT estruturadas em nosso acervo. Muitas foram implementadas por diversas vezes em aulas de Física do Ensino Médio e analisadas a partir destas implementações.

Com nossos acervos ADE, ADA e ADT e com os resultados das investigações realizadas pelos integrantes do NEC em relação às implementações e avaliações das mesmas em sala de aula, podemos afirmar que temos certa

experiência com o trabalho com estes recursos didáticos. No entanto, tomando por base todos os pressupostos afirmados no início deste texto, sentimos a necessidade de reestruturar cada uma das atividades de nossos acervos levando em conta a RP. Assim, colocamos agora um desafio de estruturar as atividades baseadas neste recursos como Atividades de Resolução de Problemas e inseridas numa Perspectiva Investigativa.

### **Objetivo**

Neste trabalho, discutimos o processo de reestruturação de 03 Atividades Didáticas baseadas em recursos didáticos diversos - analogia, experimento e texto de divulgação científica - as quais, inicialmente, seguiam modelos específicos para o uso de cada recurso em sala de aula e que na nova configuração se caracterizam como Atividades Didáticas de Resolução de Problemas numa Perspectiva Investigativa.

### **Desenvolvimento do trabalho**

Para o desenvolvimento deste trabalho, seguimos as seguintes etapas:

1. Levantamento, na literatura da área, de modelos de Resolução de Problemas ;
2. Organização de roteiros para Atividades com Analogias, Experimentos e TDC, baseadas na RP e inseridas numa Perspectiva Investigativa ;
3. Construção de um Quadro comparativo das dimensões presentes nas ADRP numa perspectiva investigativa com as dimensões específicas de cada recurso.
4. Elaboração de uma Atividade Modelo para cada recurso, sobre algum fenômeno/conceito/assunto de Física.
5. Implementação em sala de aula destas atividades, avaliação e reestruturação das mesmas.

### **Resultados/Conclusões**

Na primeira etapa do trabalho, sistematizamos os modelos de Resolução de Problemas, presentes na literatura da área, em um quadro que possibilitou a comparação entre as fases/etapas desses modelos (apresentamos este quadro NO Anexo1). Isso possibilitou encontrarmos alguns elementos que evidenciaram caminhos para se estabelecer dimensões principais de um modelo. Assim, ao analisarmos estas dimensões, elencamos seis, que consideramos essenciais para o uso efetivo da Resolução de Problemas em sala de aula e construímos um modelo aproximado que abarcasse tais dimensões.

É importante observar que, neste trabalho, estamos utilizando o termo *dimensão*, ao invés de fase/etapa, conforme sugestão de Lopes (2004). Este autor enfatiza que apesar de haver, em cada um destes modelos, uma seqüência lógica na apresentação das dimensões da resolução de problemas, “nada autoriza que aquela seja considerada a seqüência temporal pela qual aparecem as operações realizadas pelos alunos”. Ou seja, a seqüência temporal das dimensões é *errática* e, portanto, tem pouco sentido falar de fases/etapas de resolução (Lopes, 2004, p.216-217).

No quadro 01, em Anexo, é possível observar que no modelo de Wallas (apud PEDUZZI, 1997) as dimensões “Incubação” e “Iluminação” não encontram

correspondência com outros modelos. Isso pode ser explicado se levarmos em conta que estas duas dimensões se assemelham mais ao procedimento realizado por cientistas do que a ações ligadas à Resolução de Problemas em sala de aula. Por isso, não as consideramos dimensões essenciais para o nosso modelo.

Para estabelecer uma correspondência entre as dimensões do modelo aproximado e as dos outros modelos atribuímos a cada uma destas dimensões uma cor. Assim, podemos observar que a cor verde, atribuída à dimensão “Caracterização do Problema”, no modelo aproximado, predomina em nosso quadro, o que evidencia que esta parece ser uma dimensão muito importante na Resolução de Problemas, na medida em que, alguns desses modelos dedicam mais de uma fase/etapa para essa dimensão. Por exemplo, Peduzzi (1997), dedica sete fases/etapas, das doze propostas, exclusivamente para caracterizar um problema.

Apesar da cor rosa, atribuída à dimensão “Apropriação do Problema”, não apresentar correspondência em todos os modelos, julgamos tal dimensão como essencial por acreditarmos que a resolução efetiva de um problema pressupõe que o solucionador se aproprie da situação como um verdadeiro problema para ele.

Com relação à cor azul, atribuída à dimensão “Elaboração de um plano de ação”, dos nove modelos analisados encontramos correspondência em sete e subentendemos que esta dimensão também está presente no modelo de Peduzzi (1997). Neste sentido, esta dimensão foi elencada como essencial por duas razões: por estar presente em todos os modelos; e por ser uma das principais habilidades relacionadas à atividade de Resolução de Problemas.

A dimensão “Aplicação do plano de ação”, tradicionalmente, está presente em atividades ditas de resolução de problemas em aulas de Física. Já a dimensão “Análise dos resultados” não aparece, de modo geral, nestas atividades visto que os alunos encerram a resolução do problema quando encontram uma resposta numérica. Apesar disso, a consideramos extremamente importante por que é nesta dimensão que os resultados devem ter sua coerência com a realidade testada.

A última dimensão “elaboração de síntese para avaliação do processo de resolução e extensão a novas situações-problema” representa um fechamento necessário para que a atividade tenha sentido. Isto é, esta dimensão serve tanto para que o aluno tome conhecimento do caminho que foi percorrido até chegar à solução quanto para que o conhecimento construído nestas atividades ganhe sentido a partir de novas situações.

Na segunda etapa do trabalho, elaboramos os roteiros para os recursos de analogias, experimentos e textos de divulgação científica, estruturando-os como Atividades de Resolução de Problemas numa Perspectiva Investigativa. Estes roteiros foram comparados, na terceira etapa, com as dimensões do modelo aproximado aqui apresentado. O quadro 2 apresenta esta comparação.

Quadro 2: Comparação entre dimensões de Resolução de Problemas e dimensões de Atividades Didáticas de Resolução de Problemas baseadas em Analogias, Experimento e Texto de Divulgação Científica

	Recursos		
	Experimento	Texto de Divulgação Científica	Analogia



## XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba – 2008

Apropriação do problema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Previsão</li> <li>• Observação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da situação-problema</li> <li>• Contextualização do assunto</li> <li>• Elaboração de hipóteses/previsões</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da situação problema</li> </ul>
Caracterização do problema			
Elaboração de um plano de ação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formalização</li> <li>• Realização</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitura individual do texto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação da situação análoga</li> <li>• Identificação das características relevantes do análogo</li> </ul>
Aplicação do plano de ação		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resolução da Situação-Problema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecimento das relações entre alvo e análogo</li> <li>• Estabelecimento dos limites de validade da analogia</li> </ul>
Análise dos resultados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise</li> <li>• Comparação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboração de um esquema/diagrama que sintetize o caminho percorrido para chegar à solução da situação-problema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboração de uma síntese conclusiva sobre a situação alvo</li> </ul>
Elaboração de síntese para avaliação do processo de resolução e extensão a novas situações-problema			

Neste quadro, podemos observar que cada dimensão da Resolução de Problemas pode ser comparada com as dimensões dos roteiros de cada Atividade baseada em um dos recursos.

Em nosso roteiro para elaboração de atividades que utilizem o recurso experimento, pode-se observar que existe uma correspondência sempre entre duas dimensões de experimento e duas dimensões de nosso modelo para Atividades Didáticas de Resolução de Problemas. No entanto, devido a característica dinâmica das atividades experimentais permitem aos alunos transitarem pelas dimensões de nosso modelo sem que possamos separá-las temporalmente. Isto é, um aluno pode lançar previsões ou hipóteses a respeito de uma determinada situação problema e realizar observações sobre esta mesma situação que ocasionem novas previsões e/ou a reformulação das previsões anteriores, ao mesmo tempo. Nesse sentido, lembramos que as correspondências identificadas entre o roteiro para elaboração de atividades que utilizem o recurso experimento e o nosso modelo, não é fechada e dependendo da natureza do experimento pode ser modificada.

As três primeiras dimensões da atividade baseada em Textos de Divulgação Científica (TDC) correspondem às duas dimensões de Resolução de Problemas. Inicialmente o professor apresenta a situação-problema que será trabalhada. Na sequência, distribui o texto aos alunos e, mediante questões que pretendem questionar o que os alunos sabem sobre aquele assunto, o professor começa a contextualizar o assunto e caracterizar a situação-problema. A partir desta contextualização do assunto tratado, os alunos devem emitir hipóteses e previsões testáveis no âmbito da situação-problema.

A dimensão elaboração do plano de ação é, nesta atividade, elaborada pelo professor, que estruturou a atividade com a intenção de trabalhar aquela situação-problema com um TDC. Já na aplicação do plano de ação, os alunos devem realizar uma leitura individual e detalhada do texto, guiados por algumas questões que focam a leitura para pontos específicos. Além disso, neste momento de aplicação do plano de ação, o aluno também deve comparar as informações retiradas do texto com suas previsões e hipóteses de modo a construir uma solução para a situação-problema. Na última dimensão, os alunos devem elaborar uma síntese que indique o caminho percorrido até chegar à solução da situação, momento semelhante às duas

últimas dimensões da Resolução de Problemas onde se realiza uma análise dos resultados e uma síntese semelhante a esta.

No modelo de atividades baseadas em analogias substituímos a dimensão 1 desse modelo - Introduzir a situação alvo – pela introdução de uma situação-problema a ser resolvida a partir da atividade com analogia, pois o modelo TWA não prevê a utilização de problemas para o uso de analogias. A segunda e terceira dimensão do modelo TWA são semelhantes à Elaboração de um plano de ação, nas dimensões de Resolução de Problemas. No entanto, no caso da ADA, pelo menos em trabalhos iniciais com os alunos, é o professor quem sugere o análogo e estabelece o que é importante nele. Já na aplicação do plano de ação, o aluno irá estabelecer as relações analógicas e os limites de validade da analogia (dimensões 4 e 5 do modelo TWA). As duas últimas dimensões da Resolução de Problemas correspondem à elaboração de síntese conclusiva sobre o conceito/fenômeno alvo, ou seja, é neste momento que ele deve analisar e avaliar o seu trabalho.

Na quarta etapa deste trabalho, selecionamos uma atividade de nossos acervos, baseada em cada um dos recursos, para serem reestruturadas no novo roteiro de Atividades Didáticas de Resolução de Problemas elaborado nas etapas anteriores deste trabalho. Uma das principais modificações feitas em cada Atividade foi a apresentação de uma situação problema que orienta o desenvolvimento de cada atividade. Devido à exigüidade do espaço disponível para este trabalho apresentamos apenas alguns comentários sobre as atividades reestruturadas. Para os interessados na íntegra dessas atividades, as mesmas encontram-se disponíveis para acesso e consulta no Acervo de Atividades Didáticas NEC/CE/UFSM.

Para a ADT reestruturada, sobre o Processo de Interferência de ondas eletromagnéticas, utilizamos dois TDC para dar conta da situação-problema proposta, visto que, em um deles encontramos somente exemplares de situações cotidianas em que presenciamos este processo, e no outro encontramos explicações mais substanciais sobre Interferência. Assim, utilizamos o primeiro como Texto Auxiliar que serve para a contextualização do assunto (dimensão 2 do roteiro com texto) e o segundo como Texto principal que serve como apoio para a resolução da situação-problema.

Em relação à ADE que reestruturamos, tratamos do assunto Parâmetros relevantes para o movimento do pêndulo simples. Uma das principais modificações feitas refere-se à inserção de situações abertas e contextualizadas ao invés de questões fechadas e técnicas sobre esse movimento, o que caracterizava o antigo roteiro adotado.

Na ADA reestruturada, sobre o Fenômeno de Dilatação dos Sólidos, apesar de planejarmos o passo 1 do modelo TWA, substituímos este passo pela introdução de uma situação-problema, de modo que o primeiro passo planejado serve somente como base para o diálogo que o professor pode ter com os alunos. Assim, o primeiro momento da atividade corresponde à entrega da ficha 1 aos alunos apresentando a situação-problema. A situação elaborada tem duas questões. Na primeira é possível discutir com os alunos um fato que eles possivelmente já vivenciaram relacionado à dilatação e, na segunda, é possível iniciar a discussão sobre o que ocorre internamente (com os átomos/moléculas) do material quando dilata, remetendo à necessidade de utilizar uma analogia para explicar isso.

Como perspectiva de continuidade deste trabalho, pretendemos implementar estas três atividades em sala de aula, o que corresponde à última etapa de desenvolvimento descrita acima. Além disso, pretendemos reestruturar as demais atividades de nosso acervo para que todas possam estar nesta nova configuração de Atividades Didáticas de Resolução de problemas.

### Referências

- ARAÚJO, Mauro S. T de; ABIB, Maria L. V. dos. 'Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes enfoques, diferentes finalidades'. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.25, n.2, p.176-194, 2003. São Paulo/BR: SBF – Sociedade Brasileira de Física. ISSN 0102-4744.
- DUIT, R. 'On the role of analogies and metaphors in learning science'. In: **Science Education**, v.75, n.6, p. 649-672, 1991
- GALAGOVSKY, Lydia R. 'Modelo de aprendizaje cognitivo sustentable como marco teórico para el modelo didáctico analógico'. In: **Enseñanza de las Ciencias** ICE-UAB, VI-UV, Numero Extra, 7p., 2005. (CD-ROM, [arq<Galagovsky\\_289.pdf>](#), Trabajo presentado en el VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Educación científica para la ciudadanía, 07-11 Set. 2005, Universidad de Granada, Granada, España). ISSN 0212-4521.
- GARCÍA, Eduardo J.; GARCÍA, Francisco F. **Aprender investigando: una propuesta metodológica basada en la investigación**. 4.ed. Sevilla/ES: DÍADA (Colección "Investigación y Enseñanza", 2). 1997, ISBN 84-87118-03-8
- GIL-PEREZ, Daniel; MARTÍNEZ TORREGROSA, Joaquín; RAMÍREZ, Lorenzo; DUMAS-CARRÉE, Andrée; GOFARD, Monique, CARVALHO, Ana M. P. de. 'Questionando a didática de Resolução de Problemas: Elaboração de um Modelo Alternativo'. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.9, n.1, p.07-19, 1992. Florianópolis/BR: Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Física, Imprensa Universitária. ISSN 1677-2334
- GLYNN, Shawn M.; TAKAHASHI, Tomone. Learning from analogy-enhanced science text. In: **Journal of Research in Science Teaching**, v.35, n.10, p.1129-1149, 1989.
- HARRISON, Alan G; TREAGUST, David F. 'Teaching with Analogies: A case Study in Grade-10 Optics'. In: **Journal of Research in Science Teaching**, v.30, n.10, p.1291-1307, Dez. 1993.
- HODSON, D. 'Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio'. In: **Enseñanza de las ciencias** v.12, n.3, p.299-313, 1994. Barcelona/ES: ICE de la Universitat Autònoma de Barcelona; Vicerectorat d'Investigació de la Universitat de València. ISSN 0121-7593.
- JUSTI, R. S.; MENDONÇA, P. C. C.; OLIVEIRA, M. M. Analogias sobre ligações químicas elaboradas por alunos do ensino médio. In: **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.6, n.1, Jan/Abr. 2006.
- LAWSON, Anton E. 'The importance of analogy: a prelude to the special issue'. In: **Journal of Research in Science Teaching**, v.30, n.10, p. 1291-1307, Dez. 1993.
- LOPES, J. Bernardino: (2004). **Aprender e Ensinar Física**. Lisboa/POR: Fundação Calouste Gulbekian, Fundação para a Ciência e a Tecnologia/MCES. (Coleção "Textos universitários de Ciências Sociais e Humanas"). ISBN: 972-31-1079-2
- PEDUZZI, Luiz O. Q. 'Sobre a resolução de problemas no ensino da física'. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.14, n.3, p.229-253, Florianópolis/BR: Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Física, Imprensa Universitária. 1997. ISSN 1677-2334.
- POZO, Juan Ignacio (org.). **A solução de problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Tradução de Beatriz Affonso Neves. Porto Alegre/BR: Artmed. 1998, ISBN 85-7307-356-X
- ZAMBON, L. B.; TERRAZZAN, E. A. 'Estudo sobre o uso de analogias em Revista de Divulgação Científica'. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 17. 29 de Jan. a 02 de Fev. de 2007. São Luís, MA, Brasil, OLIVEIRA, Antonio José Silva (org.). 'O ensino de física e sustentabilidade'. **Livro de Resumos...**, 8p. 2007a. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0539-1.pdf>>. Acesso em: 30 Abr. 2007.
- ZAMBON, Luciana. B.; TERRAZZAN, Eduardo. A. 'Buscando mudanças no uso de Analogias em Livros Didáticos de Física'. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - ENPEC, 6. 26 Nov.-01 Dez. de 2007. Florianópolis, SC, Brasil, MORTIMER, E. F. (Org.). **Atas...**, 14p., 2007b. CD-ROM. ISBN 978-85-99372-58-6

## Anexo 1

Quadro 01: Quadro Comparativo dos Modelos de Resolução de Problemas

G. Wallas (1926)	Polya (1945)	Reif et al (1976)	IDEAL Bransford y Stein (1984)	Krallmers-Pals e Pilot (1988)	Gil Perez et al (1992)	Peduzzi (1997)	Lopes, 2004	NEC, 2007*	Modelo Aprox.
Preparação (reunião de informações e tentativas preliminares de solução)	Compreensão/Definição do problema	Descrição (listagem dos dados e informações desejadas e elaboração de diagrama da situação)	Identificar o problema	Análise do problema	Discussão sobre a relevância da situação problemática proposta	Leitura e compreensão do enunciado do problema Representação gráfica da situação problema	Identificação e apropriação do problema	Caracterização da situação- problema	Apropriação do problema
Incubação (abandono temporário do problema para envolvimento em outras atividades)	Concepção de um plano	Planejamento (seleção das relações básicas pertinentes para solução do problema e elaboração de um plano que as utilize)	Definir e representar o problema	Planejamento do processo de resolução	Realização de estudo qualitativo da situação  Emissão de hipóteses	Listagem dos dados envolvidos  Listagem das grandezas/incógnitas envolvidas  Verificação e transformação das unidades das grandezas envolvidas  Análise qualitativa da situação-problema com emissão de hipóteses	Representação do problema e modelização da situação física  Planejamento de uma abordagem que operacionalize as representações e modelize a situação física face ao problema a resolver	Emissão de hipóteses  Elaboração de estratégia(s) de resolução	Caracterização do problema  Elaboração de um plano de ação
Iluminação (a chave para a solução aparece)	Execução do plano	Implementação do plano (execução do plano)	Explorar passos de resolução  Atuar de acordo com os passos escolhidos  Levar a cabo ao menos uma das potenciais soluções e extrair conclusões a respeito dos resultados	Execução de operações de rotina  Conferência da resposta e interpretação dos resultados	Elaboração de estratégias de resolução  Realização da resolução  Análise dos resultados  Consideração das perspectivas abertas pela investigação realizada  Elaboração de um memorial descritivo	Quantificação da situação-problema Contextualização do problema em relação ao sistema de referência  Desenvolvimento do problema  Análise crítica dos resultados  Elaboração de registro escrito sobre o processo de resolução do problema  Consideração da possibilidade de extensão do problema a novas situações-problema	Obtenção de respostas  Avaliação dos resultados e da resolução  Extensão do modelo de utilização do conhecimento físico	Aplicação da(s) estratégia(s) de resolução  Análise dos resultados  Elaboração de síntese explicativa do processo de resolução praticado e sinalização de novas situações- problema	Aplicação do plano de ação  Análise dos resultados  Elaboração de síntese para avaliação do processo de resolução e extensão a novas situações-problema
Verificação (a solução obtida é testada para verificar sua eficácia)	Visão retrospectiva (Avaliação e análise dos resultados obtidos)	Conferência e avaliação da solução							