



O Uso de Simulações Computacionais no Ensino Médio: Um Estudo de Caso

Valdenes Carvalho Gomes¹, Morgana Lígia de Farias Freire², Geraldo da Mota Dantas³, Felix Miguel de Oliveira Junior⁴

¹Professor do Instituto Federal da Paraíba – IFPB Campus Patos; Professor Ensino Médio Colégio Geo Patos. e-mail: valdenes.gomes@ifpb.edu.br

² Professora da Universidade Estadual da Paraíba - *Campus* Campina Grande. e-mail: morgana.ligia@bol.com.br

³Professor do Instituto Federal da Paraíba – IFPB Campus Campina Grande; Professor Ensino Médio Colégio Geo Patos. e-mail:

⁴Professor da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB Campus Patos. e-mail: felixmojunior@yahoo.com.br

Resumo: Estudos demonstram que a utilização das tecnologias de informação e comunicação contribui para a prática educativa em qualquer nível de ensino. No entanto, ela impõe mudanças nos métodos de trabalho dos professores, gerando modificações no funcionamento das instituições e no sistema educativo. Uma tecnologia de informação e comunicação educacional deve envolver algum tipo de objeto material, que faça parte da práxis educativa relativa ao processo de ensino com algum tipo de relação entre o professor-tecnologia e tecnologia-estudante. No nosso trabalho objetivamos investigar numa intervenção didática como uma simulação computacional pode ajudar o ensino de um conteúdo de física moderna no ensino médio. A intervenção didática foi realizada em quatro encontros consecutivos cada um com cem minutos de duração. Para a produção e execução dessa intervenção fizemos o uso de um texto didático, de um roteiro para realização da atividade com o simulador computacional, de um questionário de avaliação e de uma atividade de verificação de aprendizagem. Os resultados revelaram que os estudantes classificaram a simulação computacional como uma boa forma de expor o conteúdo efeito fotoelétrico. Assim, a utilização de uma simulação computacional pode se constituir numa perspectiva de um ensino atraente, entretanto, deve ser feita de forma compatível com a metodologia de ensino a ser empregada.

Palavras-chave: Efeito fotoelétrico, Ensino de física, Simulação computacional, Teoria de Ausubel.

1. INTRODUÇÃO

As tecnologias da informação e comunicação estão a cada dia mais presente na sociedade e nos processos produtivos das organizações. Muitas vezes usamos essas tecnologias sem nos dar conta. Um exemplo disso são os celulares, imaginemos a quantidade de tecnologia usada para o funcionamento dos mesmos, entretanto, os utilizamos sem ao menos percebermos isso.

O alto grau de desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação ocasiona profundas modificações no modo de vida das pessoas. Cada vez é mais acentuada a sua presença em várias áreas do conhecimento e em diversos setores da sociedade. Uma definição completa e abrangente da tecnologia da informação é dada por Wang (1998, p. 3) como “uma força fundamental na remodelagem de empresas por meio de investimentos em sistemas de informação e comunicações, de modo que sejam promovidas vantagens competitivas e outros benefícios estratégicos”.

Pesquisas revelam que o uso das tecnologias de informação e comunicação, como ferramentas, trazem uma grande contribuição para a prática escolar em qualquer nível de ensino, mas, para isso são necessárias mudanças nos métodos de trabalho dos professores, gerando modificações no funcionamento das instituições e no sistema educativo (ROSA e ROSA, 2007). Uma tecnologia educacional deve envolver algum tipo de objeto material, que faça parte da práxis educativa, relativa ao processo de ensino e de aprendizagem, havendo algum tipo de relação entre o educador (em sentido amplo ou restrito) e a tecnologia, ou entre o educando e a tecnologia.

Quanto à aplicabilidade das tecnologias da informação e comunicação no ensino de física, temos que ao se fazer o uso da ferramenta como mais um meio de mediar a transmissão de conhecimento e não como um fim em si, o aprendizado dos estudantes pode ser alcançado de uma forma mais apreciável, tornando assim a relação entre professor e estudante mais objetiva aos seus propósitos. Como exemplo das tecnologias da informação e comunicação aplicadas no ensino de física, temos as atividades experimentais virtuais (ou laboratórios virtuais).



Por considerarem necessária uma reflexão sobre os processos de ensino e aprendizagem que podem ser mediados pelas tecnologias de informação e comunicação, em particular, as simulações no computador Hohenfeld e Penido (2009, p. 10) colocam que “as atividades experimentais permitem uma transposição didática que considere a física como um elemento de construção humana indo além da apropriação dos conceitos científicos”. Por isso eles defendem que essas características podem ser alcançadas tanto no uso de laboratórios convencionais como dos laboratórios virtuais. No entanto, não se trata em substituir um tipo pelo outro, mas sim deve-se levar em conta o fato de as tecnologias de informação e comunicação oferecerem condições propícias em termos de acrescentar um novo tipo de atividade como as simulações computacionais, por exemplo.

As simulações computacionais voltadas ao ensino de física é um processo que coloca o estudante diante de um computador como “manipulador” de situações ali desenvolvidas, as quais imitam ou se aproximam de um fenômeno físico real. Permite ao estudante operar com grandezas físicas e observar resultados “imediatos”, decorrentes das modificações de situações e condições (que, às vezes, é de difícil manipulação em um laboratório convencional). As vantagens em termos de utilização podem ser vistas sob dois aspectos: a animação do fenômeno em estudo e a representação gráfica. Essas utilizações permitem aos estudantes uma melhor compreensão dos aspectos físicos-matemáticos que envolvem o fenômeno em estudo.

Os conteúdos de física moderna ainda são escassos nas escolas do ensino médio, adicionado a isso ainda temos que esses são conteúdos que requerem certa abstração em relação aos conteúdos clássicos e a montagem de um laboratório convencional que explore esses conteúdos é caro, pois não são acessíveis à maioria das escolas do ensino básico pelo alto custo dos equipamentos. No entanto, conteúdos básicos de física moderna, tais como quantização da carga elétrica, radiação de corpo negro, relatividade restrita, efeito fotoelétrico, efeito Compton, modelos atômicos etc. são fundamentais para a formação do estudante na contemporaneidade.

Para evidenciar a necessidade da compreensão destes conteúdos temos uma Carta ao Editor feita por Pena no ano de 2006 à Revista Brasileira de Física intitulada “Por que, nós professores de Física do Ensino Médio, devemos inserir tópicos e ideias de física moderna e contemporânea na sala de aula?” naquela carta o mesmo faz referência a diversos pesquisadores de ensino de física como Terrazzan (1992), Valadares e Moreira (1998), Pinto e Zanetic (1999), Ostermann e Cavalcanti (2001) que colocam várias justificativas e razões da importância desses conteúdos e, conseqüentemente, a urgência para inclusão dos mesmos no ensino médio. Pena finaliza dizendo que “[...] a participação dos professores de Física - mediante divulgação de textos, relatos de experiências, recursos, materiais e propostas didáticas referentes a tópicos e ideias de Física Moderna e Contemporânea - torna-se indispensável para a atualização, revisão e/ou reformulação dos currículos de física do ensino médio”.

No nosso trabalho, fizemos o uso das simulações computacionais, disponibilizadas de forma gratuita no site do Phet (*Physics Education Technology*), a internet, como objeto de auxílio no ensino da física moderna no nível médio. Com o intuito de evidenciar que esses recursos podem ser usados como um laboratório alternativo, ou seja, um laboratório virtual sem custo financeiro, formalizando em si um recurso pedagógico que permite uma melhor compreensão de um conteúdo ou fenômeno físico.

Acreditamos que unindo a o uso das simulações computacionais com a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (AUSUBEL et al., 1990; MOREIRA, 1999) teremos parte dos benefícios essencial para propor uma intervenção didática que possa auxiliar o ensino de física. Pois, a simulação poderá fazer o papel de subsunçor, proporcionando uma aprendizagem significativa, tornando as ferramentas computacionais capazes de auxiliar na construção do conhecimento podendo ser usadas para “ressignificar” o conhecimento significados pré-existentes na estrutura cognitiva do estudante.

Sendo assim, o objetivo geral de nossa pesquisa foi investigar como uma simulação computacional pode ajudar o ensino de um conteúdo de física moderna: o efeito fotoelétrico, numa intervenção didática.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Dentre vários conteúdos (ou temas) ministrados no ensino médio para a inserção de física moderna, escolhemos o conteúdo efeito fotoelétrico por estar ligado de forma direta com dispositivos usados no cotidiano dos estudantes, além de que para explicá-lo foi preciso usar a teoria de Einstein, ou seja, ao invés de pensarmos na luz como uma onda, deveríamos imaginá-la constituída de corpúsculos, denominados fótons. Com uso dessa hipótese houve o sucesso da explicação do efeito fotoelétrico, ficando comprovado, assim, que a luz tem um caráter dualístico, dependendo do fenômeno, poderia ser vista como onda (nos fenômenos de interferência e de difração), ou como partícula (no efeito fotoelétrico). Associado a isso temos, ainda, um formalismo matemático simplificado para compreensão dos conceitos fundamentais.

Em algumas experiências vividas de anos dedicados ao ensino de física no ensino médio, percebemos que alguns conceitos relacionados ao conteúdo sugerido eram assimilados de forma incorreta e que geralmente apresentava lacunas conceituais. Precisava-se de algo para que estudantes tivessem em mente de como o efeito fotoelétrico se daria de fato e não apenas do formalismo matemático discutido em sala de aula.

Havia lacunas a respeito do representava o potencial frenador, da existência de uma frequência de corte e da intensidade da luz causadora do efeito fotoelétrico não influenciar na energia cinética dos elétrons escapados da superfície, ou seja, uma luz muito fraca não deveria fornecer aos elétrons a energia necessária para escapar da superfície do metal, já que se esperava que quanto maior a intensidade da luz mais energia era “doada à placa metálica”.

Quanto ao recurso didático escolhido para ser o foco do nosso estudo, deve ao fato de que a maioria das escolas não tem como usufruir de um laboratório convencional de física moderna, devido ao custo de médio a elevado. Por isso fizemos o uso de uma simulação computacional como forma de melhor compreensão e abordagem do efeito fotoelétrico

O simulador computacional escolhido para a atividade experimental virtual do efeito fotoelétrico (Figura 1) é disponibilizado no site do PhET – Interactive Simulations (PhET, 2010), que faz parte da Universidade do Colorado como projeto de um laboratório virtual para as ciências, tais como a física, química e biologia.

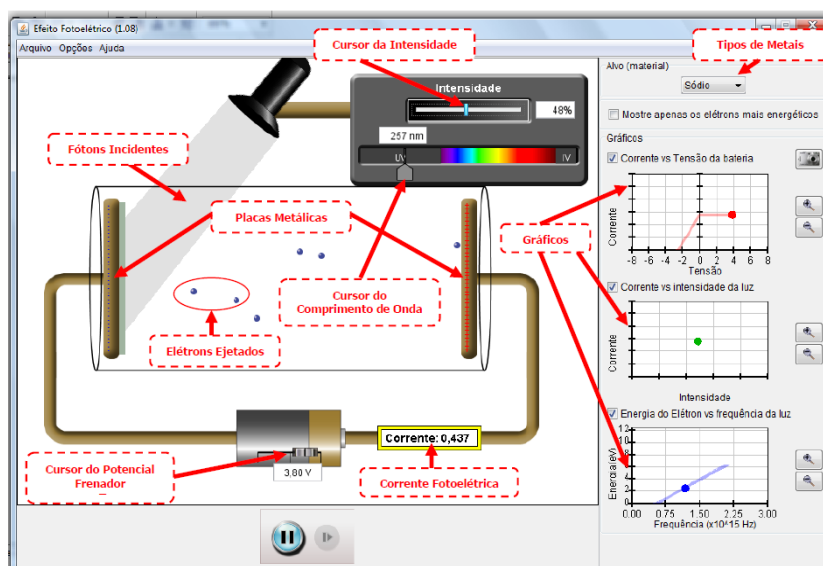


Figura 1 - Simulador do PhET - Interactive Simulations usado no ensino do efeito fotoelétrico.

Para a produção e execução da intervenção tivemos algumas estratégias de trabalho, como elaboração do texto base que iria nortear a nossa atividade expositiva em sala de aula; elaboração de um roteiro para realização da atividade com o simulador computacional; questionário de avaliação do



recurso didático e da metodologia empregada e elaboração de uma atividade de verificação de aprendizagem do conteúdo.

A pesquisa foi aplicada em duas turmas do terceiro ano do ensino médio da, no município de Patos no estado da Paraíba. A primeira “Turma 1” possuía sessenta e um alunos e a segunda “Turma 2” tinha cinquenta e nove alunos. As escolas se enquadravam no nível de ensino proposto, em que o conteúdo de física moderna, em especial, o conteúdo efeito fotoelétrico fazia parte do conteúdo programático de física. Escolhemos colocar em prática nossa proposta com uma quantidade de quatro encontros, cada um com duas aulas semanais, formalizando um total de uma hora e quarenta minutos em cada turma por semana.

A intervenção didática foi iniciada com a problematização inicial no sentido de diagnosticar o conhecimento prévio trazido pelos estudantes, com uma duração de trinta minutos, a qual repassamos para os estudantes através de questionamentos levantados relativos ao tema abordado. Terminada essa etapa da intervenção didática aplicamos o conhecimento científico em sala de aula nos sessenta minutos restantes considerando que o encontro teve uma duração de cem minutos.

Como recursos didáticos para exposição do conteúdo, usamos apresentações de slides (projektor de slides), quadro e pincel. Na projeção dos slides apresentamos o simulador computacional do efeito fotoelétrico como nosso principal recurso didático na ajuda de possíveis confusões em termos da intensidade e da ejeção dos elétrons, da dependência da frequência e da inexistência de um atraso temporal. Já que esse é uma simulação do aparato experimental do efeito fotoelétrico e permite, por exemplo, verificar a dependência da energia cinética dos elétrons emitidos, da intensidade da luz incidente, da frequência da luz e do tipo de material. O quadro e o pincel foram usados em algumas situações para ajudar os estudantes na compreensão do conteúdo.

No nosso segundo encontro antes dos estudantes manipularem o simulador computacional mostramos novamente através de projeções de slides de como poderiam ser encontradas algumas variáveis e os tipos de gráficos com o uso do simulador computacional do efeito fotoelétrico além de algumas funções do seu próprio manuseio como: a função mostrar número de fótons ou intensidade e fotografar gráficos. Através do roteiro da atividade com o uso do simulador foi permitido aos estudantes determinarem a frequência de corte de vários materiais e consequentemente das funções trabalho de cada material descrito no simulador do potencial frenador, da dependência da frequência ou do comprimento de onda.

No terceiro encontro aplicamos um questionário, sem que fosse pedida a identificação do estudante, com seis questões para avaliação do recurso didático foco do nosso trabalho, o simulador computacional, na exposição do conteúdo e da metodologia empregada na intervenção didática.

No quarto e último encontro, resolvemos incorporar dentro do calendário de atividades de avaliações da escola do bimestre uma avaliação de verificação de aprendizagem, as quais os estudantes foram submetidos. Das cinco questões dessa atividade de verificação de aprendizagem três dizem respeito ao uso de sua interpretação do efeito fotoelétrico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os questionamentos da problematização inicial, em ambas as turmas, os estudantes afirmaram que já ouviram ou leram relatos da importância da conversão da energia solar, mas não tinham ideia de como se dava essa conversão; também afirmaram que faziam uso de controles remotos, circuitos de segurança e até acendimento automático das lâmpadas, mas não tinham ideia do funcionamento. Já quanto à ideia da explicação do efeito fotoelétrico tivemos as afirmações que tratava-se da interação entre fótons e elétrons numa situação qualquer, se tratava do uso da luz, mas disseram que não sabiam das modificações que provocaram na ciência.

Assim, segundo a teoria da aprendizagem significativa o processo de ensino destaca o conhecimento prévio como o fator mais importante. Procuramos encontrar os conhecimentos prévios dos estudantes e por isso assumimos nessa problematização inicial o processo de aprendizagem como processo de atribuição de significado e sentido.

No uso do recurso didático na exposição do conteúdo, para a apresentação do simulador computacional que proporcionou um ambiente dinâmico de interações entre os estudantes e o

professor, as indagações abaixo foram extremamente importantes para nortear e abordar o conteúdo. (1) O que deveríamos esperar se aumentasse a intensidade da luz com relação aos elétrons ejetados da placa emissora e (2) Se a frequência da luz deveria interferir no efeito? E como?

Podemos destacar nas duas turmas uma boa interação com essa nova abordagem, ou seja, com o uso da simulação computacional, gerando inúmeras indagações feitas pelos estudantes. Ficamos muito felizes, pois nesse encontro percebemos que a problematização do conteúdo e uso do simulador computacional tinha despertado interesse dos estudantes.

Com a turma dividida em grupos, sendo cada grupo composto de dois estudantes, o uso do simulador computacional pelos estudantes aconteceu no laboratório de informática da escola. Cada grupo ficou com um computador em que a tela de apresentação encontrada por cada grupo foi a do simulador computacional do efeito fotoelétrico. Depois disso, de forma rápida apresentamos como poderiam ser encontradas as variáveis e dos tipos de gráficos. Para o uso do simulador computacional foi pedido a cada estudante responder o roteiro da atividade.

A avaliação da intervenção didática que teve como objetivo a análise da metodologia empregada usamos como instrumento de coleta de dados um questionário com seis questões, sem que fosse pedida a identificação do estudante. Dentre essas questões destacamos aqui a seguinte questão: “Como você classificaria seu interesse, nas aulas de física, com essa nova metodologia usada?”

Assim, consideramos os resultados das duas turmas devemos destacar que na Turma 1 houve uma participação de 83,6% dos estudantes correspondendo a cinquenta e um estudantes e na Turma 2 uma participação de 88,13% dos estudantes correspondendo a cinquenta e dois estudantes. Os dez estudantes (16,4%) da Turma 1 e os sete estudantes (11,87%) da Turma 2 foram considerados fora desse quadro avaliativo, pois detectamos que os mesmos faltaram em uma ou mais etapas da intervenção didática.

A Figura 2 apresenta um gráfico tipo barras dos resultados obtidos das duas turmas, em conjunto, referente à questão da classificação do interesse nas aulas de física com o uso dessa nova metodologia, em que 6,80% dos estudantes classificaram como pouco importante, 50,49% como muito importante e 42,72% importante o uso da simulação computacional, não obtendo nenhum percentual para a classificação nenhuma.

Dentre os resultados obtidos da avaliação da intervenção didática podemos destacar que, de uma forma geral, os estudantes aceitaram o recurso didático e a metodologia empregada e que classificam como uma boa forma de expor o conteúdo.

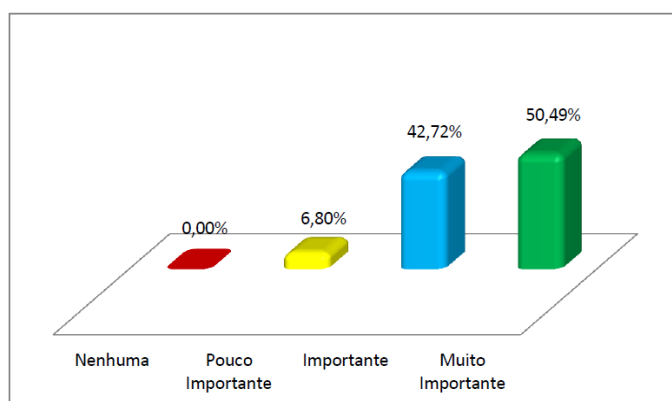


Figura 2 – Percentuais das respostas dos estudantes sobre o seu interesse nas aulas de física com o uso das simulações computacionais

A pequena parcela que não esteve satisfeita com a exposição destaca que a simulação computacional deveria existir com mais aplicações cotidianas, mostrando que o estudante espera realmente contextualizar seus conhecimentos com os conteúdos ministrados. Sendo assim, mesmo que seja uma simulação computacional interativa tem suas falhas por não mostrar aplicações diretas.



Para a maioria dos estudantes, percebemos que os aspectos de dinamismo na aula com o uso do simulador computacional foram fatores motivadores, pode aproximar os estudantes a interpretar e refletirem sobre o que estão fazendo. Para os demais podemos enfatizar que os aspectos afetivos dos estudantes com relação à física foram revelados (negativos), que pode deve ser uma fonte de pesquisa no ensino de física.

Embora simulação computacional possa ser considerada como um elemento auxiliar ou complementar ao ensino para uns estudantes devido a sua motivação no processo de ensino-aprendizagem, para outros temos a impressão de ainda não quebrar as barreiras do ensino tradicional. Para justificar tais respostas nos remetemos que:

[...] a dificuldade de buscar trabalhar o conteúdo de forma diferente da tradicional (enfatizando o aspecto conceitual e tendo como único compromisso a aprendizagem) e ter de implementar um currículo que visa ao vestibular, encarado como adestramento (REZENDE e OSTERMANN, 2005, p. 325-326).

Ou seja, a dificuldade do estudante de quebrar os preconceitos.

A atividade de verificação de aprendizagem foi proposta dentro do calendário escolar. Consideramos o caráter quantitativo sendo atribuída uma nota de 0,0 a 10,0 para compor a questão burocrática da avaliação escolar da instituição de ensino onde foi aplicada a intervenção didática.

Os resultados da atividade de verificação de aprendizagem da Turma 1 nos revelaram, no geral, um bom aproveitamento, apenas 1,7% obtiveram notas abaixo de 4,0 e 29,3% notas entre 6,1 e 8,0. Já na Turma 2, 5,7% dos estudantes obtiveram notas de 0,0 a 2,0; 3,8% notas de 2,0 a 4,0; 18,9 notas de 4,1 a 6,0; 37,7% notas de 6,1 a 8,8; e, 34,0% notas superior a 8,0.

Destacamos que mesmo com algumas notas abaixo do valor padrão da escola, de uma forma geral, a intervenção didática com o uso da simulação do efeito fotoelétrico aumentou o rendimento das turmas. Visto que em outras avaliações em que a metodologia foi baseada apenas na exposição de conteúdos obtivemos resultados quantitativos de notas menores em ambas as turmas.

6. CONCLUSÕES

A maneira, por vezes, pouco motivadora de apresentar a física é uma das razões para que os estudantes não se interessem pela disciplina. Obviamente, uma das formas para se tentar contornar essa situação é renovar os recursos didáticos aplicados ao ensino. Sem tirar o rigor implícito dessa ciência, o professor pode tornar o ensino da física mais atraente.

O advento das tecnologias de informação e comunicação vem proporcionado várias modalidades de aplicação do ensino de física. Uma das modalidades que particularmente nos chamou a atenção foram as simulações computacionais disponíveis de forma gratuita na internet e que podem ser utilizadas off-line. O uso de simulações no ensino de física pode trazer vários benefícios e pode se configurar como um recurso motivador, pois permite que temas ou conteúdos possam ser explorados dinamicamente em relação, por exemplo, ao livro texto.

Os estudantes classificaram o uso da simulação computacional como bom e ótimos, com os percentuais de 33,01% e 66,99% respectivamente. Em termos da importância para facilitação da aprendizagem que 49,51% dos estudantes responderam achar importante e 50,49% muito importante, não houve respostas a pouco importante e nenhuma.

Como a física é uma ciência empírica e nem sempre as escolas dispõem de laboratórios convencionais, as simulações computacionais vêm a ser uma alternativa, viável. Todavia, deve ser enfatizado que uma simulação computacional não deve substituir uma experiência em um laboratório convencional.

A utilização de simulações computacionais com recursos pedagógicos pode constituir-se uma perspectiva de um ensino atraente e eficiente. No entanto, sua utilização deve ser feita compatível com a metodologia de ensino, deve objetivar ao estudante a capacidade de um conhecimento necessário para o cidadão contemporâneo.



As simulações computacionais voltadas ao ensino de física permitem ao estudante operar com grandezas físicas e observar resultados “imediatos”, decorrentes das modificações de situações e condições (que às vezes é difícil manipulação com um laboratório convencional).

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

HOHENFELD, D. P.; PENIDO, M. C. Laboratórios convencionais e virtuais no ensino de Física. **Anais... VII ENPEC**, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis-SC, 8 a 13, de novembro de 2009.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**, Editora Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

OSTERMANN, F.; e CAVALCANTI, C. J. H. Um pôster para ensinar física de partículas, **Física na Escola**, v. 2, n. 1, 2001.

PENA, F. L. A. Carta ao Editor, Por que, nos Professores de Física do Ensino Médio, devemos inserir tópicos e idéias de física moderna e contemporânea na sala de aula? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 1-2, 2006.

PhET **Interactive Simulations Project** at the University of Colorado (PhET), <<http://phet.colorado.edu/>> Acesso em Julho de 2010.

PINTO, A. C.; ZANETIC, J. É possível levar a física quântica para o ensino médio?. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 16, n.1, p. 7-34, 1999.

REZENDE, F; OSTERMANN, F A prática do professor e a pesquisa em ensino de física: novos elementos para repensar essa relação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 3: p. 316-337, dez. 2005.

ROSA; C. W.; ROSA, A. B. Ensino de Física: Tendências e desafios na pratica docente. **Revista Ibero-americana de Educacion**, v. 7, n 42, p. 1-12. 2007.

TERRAZZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v.9, n.3: p.209-214,1992.

VALADARES, E. C.; MOREIRA, A. M. Ensinando Física Moderna no segundo grau: Efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.15, n.2, p. 121-135, 1998.

WANG, C. B. **Techno Vision II - Um Guia para Profissionais e Executivos Dominarem a Tecnologia e Internet**. São Paulo: Makron Books, 1998.