

# LABORATÓRIOS VIRTUAIS NO ENSINO DE FÍSICA: UMA POSSIBILIDADE DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

## VIRTUAL LABORATORIES IN THE PHYSICS EDUCATION: A POSSIBILITY OF SIGNIFICANT LEARNING

Jancarlos Menezes Lapa<sup>1</sup> Dielson Hohenfeld<sup>2</sup> Maria Cristina Mesquita Martins<sup>3</sup>

<sup>1</sup> UFBA/Departamento de Educação II/ Faculdade de Educação [janlapa@ufba.br]

<sup>2</sup> CEFET-BA/Departamento de Ciências Aplicadas [dph@cefetba.br]

<sup>3</sup> UFBA/Departamento de Física Geral /Instituto de Física [mcrist@ufba.br]

### Resumo

A busca de novos métodos para o ensino de Física encontra nas TIC, – Tecnologias da Informação e Comunicação - uma possibilidade a ser investigada. Neste trabalho apresentaremos os argumentos teóricos sobre o uso do computador nas aulas de Física, tendo como foco a utilização das simulações computacionais, procurando destacar as implicações epistemológicas, bem como os pressupostos pedagógicos, para o uso dessa ferramenta. Nesse sentido, pretende-se discutir o papel do computador enquanto estratégia didática capaz de promover situações de aprendizagem significativas de forma não arbitrária e substancial (Ausubel, 2003) dentro de um ambiente escolar tecnológico, bem como obter uma maior compreensão a respeito da prática, das concepções e das expectativas dos docentes sobre o uso das simulações computacionais enquanto recurso didático.

**Palavras Chaves:** Tecnologias da Informação e Comunicação, simulações computacionais.

### Abstract

The search for new methods of the teaching of Physics finds in the TIC, - Technologies of Information and Communication, a true possibility to be investigated. In this piece of work we will present the theoretical argumentation on the use of the computer in the lessons of Physics, having focused the use of the computer aid simulations aiming the target to the epistemological implications, as well as the pedagogical presuppositions for the use of this tool. Thereafter, it is intended to discuss the role of the computer used as a didactic strategy, capable to provide significant situations of learning in a non-arbitrary form and at the same time substantial (Ausubel, 2003) within a technological school environment, as well as getting a bigger understanding, regarding the praxis, the conceptions and the expectations of such teachers, on the use of the computer simulations as a didactic resource.

**Keywords:** Technologies of Information and Communication, computer simulations.

## 1- INTRODUÇÃO

As reflexões sobre o ensino de ciências têm nos mostrado os grandes desafios que esse campo nos propõe. Discussões de ordem epistemológica e educativa, bem como, didático-pedagógica tem sido alvo das várias pesquisas na educação em ciências. Segundo Delizoicov e seus colaboradores, os problemas perpassam pela tentativa da superação do senso comum pedagógico, pela superação da distância entre pesquisa em ensino de ciências e o ensino de ciências, passando pela insuficiência do livro didático e culminando na busca da criação de uma cultura tecnológica na qual a ciência tem um papel fundamental enquanto atividade humana social e histórica. (Delizoicov, 2002). Em particular, trataremos em nossa discussão das questões referentes à Física. Tal escolha se pauta no fato de entendermos que, dentre as ciências naturais ministradas no ensino médio, a Física se destaca como uma das disciplinas que apresenta vários problemas que vão desde os baixos rendimentos dos alunos até a falta de motivação para com a matéria.

Um dos problemas que o aprendizado da Física apresenta, encontra-se no campo cognitivo. Em alguns momentos, a abstração por parte do estudante na tentativa de compreender certos fenômenos e conceitos depende, necessariamente, de estratégias mais concretas. Como exemplo, para representar eventos dinâmicos em um ambiente estático, como no quadro negro, o professor tem que contar com um poder de imaginação muito grande de seus alunos, na esperança de que os mesmos consigam abstrair o que foi exposto. Neste momento, as chamadas Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC – despontam como uma possível solução na busca de um resultado mais satisfatório no processo de ensino e aprendizagem. Através de modelos construídos a partir do computador, é possível reproduzir fenômenos animados, possibilitando a mediação entre o aluno e os conceitos físicos de forma interativa.

Com efeito, as animações no computador têm se mostrado como uma possibilidade bastante promissora no ensino das Ciências Naturais. Para Wells *et al* (1995) o sucesso no processo ensino e aprendizagem através da modelagem computacional torna-se mais real usando-se as animações computacionais. No caso particular do ensino de Física, encontramos na literatura, vários estudos tratando do assunto (Halloun, 1996; Teodoro e Veit, 2002; Santos e Tavares, 2001).

Nesse contexto seria interessante investigar as possíveis formas de se explorar o uso do computador enquanto material potencialmente significativo a partir das simulações de fenômenos físicos em um ambiente computacional, tendo em vista o contraponto das falhas apontadas nas práticas desenvolvidas em sala de aula.

Neste trabalho apresentaremos os argumentos teóricos, com base na revisão bibliográfica feita para o uso do computador nas aulas de Física, tendo como foco a utilização das simulações computacionais, levando em conta suas implicações epistemológicas bem como os pressupostos pedagógicos para o uso dessa ferramenta.

## 2- FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### Breve histórico do uso do computador no ensino

Já há algum tempo o uso do computador no ensino passou a ser uma realidade. Fiolhais e Trindade (2003) fazem um breve apanhado sobre a ascensão do computador em sala de aula nos últimos 25 anos. Os autores relatam que a história da utilização de computadores na educação se confunde com o aparecimento dos computadores pessoais, os chamados PCs (sigla de *Personal Computer*). Para eles os primeiros computadores pessoais, que surgiram no final da década de 70 do século XX, mas precisamente em 1979, representaram um marco significativo na democratização do uso de computadores. Com efeito, a *IBM* introduziu no mercado, em 1981,

o seu computador pessoal, o *IBM-PC*, que imediatamente se tornou popular. O impacto causado por esta nova máquina foi tão grande que, em 1982, a revista *Time* a considerou “máquina do ano” (<http://historyofcall.tay.ac.uk/>). Em 1984 a *Apple* lançou o computador *Macintosh*, uma máquina revolucionária pela facilidade de utilização que era oferecida pela sua interface gráfica. Nesse mesmo ano apareceu, com enorme sucesso, o sistema operacional *Windows*, da *Microsoft*, com funcionalidades semelhantes ao do *Macintosh*. Estava dado um outro passo decisivo para a democratização dos meios informáticos.

O ano de 1980 ficou marcado na história dos computadores no ensino. Seymour Papert, professor de Matemática no Massachusetts Institute of Technology, em Boston, nos EUA, criou a linguagem de computador *Logo*, com a qual crianças com mais de seis anos podiam programar e desenhar figuras matemáticas (Papert *apud* Fiolhais e Trindade, 2003). A linguagem *Logo* teve um enorme impacto

“porque propiciou poderosas facilidades computacionais para as crianças e um modo completamente diferente de falar sobre educação. Algumas destas facilidades, como os gráficos, foram revolucionárias considerando o poder computacional disponível naquela altura, e durante muito tempo o Logo foi o único software educacional que permitia aos estudantes desenvolver atividade educacionais com o computador” (Valente, *apud* Fiolhais e Trindade, 2003).

Tal como Papert, o físico norte-americano Alfred Bork foi um pioneiro na utilização do computador no ensino. Em 1978, Bork, numa conferência patrocinada pela Adereçam Association of Physics Teachers, intitulada “*Aprendizagem Interativa*”, enunciou uma profecia que só parcialmente foi realizada:

“Estamos no princípio de uma grande revolução na educação, uma revolução sem paralelo desde a invenção da imprensa escrita. O computador será o instrumento dessa revolução. Apesar de estarmos apenas no início – o computador como um instrumento de aprendizagem nas escolas é, atualmente, comparado com todos os outros modos de aprendizagem, quase inexistente - o ritmo será maior durante os próximos 15 anos. Por volta do ano 2000, a principal forma de aprendizagem em todos os níveis e em quase todas as áreas será através do uso interativo dos computadores”. (Bork *apud* Fiolhais e Trindade, 2003, p. 261)

Um outro avanço importante na aplicação da informática à educação foi, nos anos 80, o desenvolvimento da Internet. Em finais dessa década foi criada a *World Wide Web*, que só nos anos 90 se popularizou. O seu impacto no ensino, ao tornar mais acessível à Internet, foi enorme. A década de 90 foi também marcada pelo aparecimento de processadores mais potentes e de capacidades gráficas maiores. Os computadores tornaram-se também cada vez mais baratos, o que permitiu a sua proliferação por escolas e lares.

No início do presente século assistimos a uma nova geração de computadores e de dispositivos de comunicação que, para além das suas apreciáveis qualidades gráficas, têm na portabilidade a sua principal vantagem. É o caso, por exemplo, do *Personal Digital Assistant* (PDA), dos IPOD, e do recente ultracomputador pessoal desenvolvido pela empresa norte-americana OQO (<http://www.oqo.com/>).

Eis que no início desse milênio o aparecimento de novos meios tecnológicos e de outros dirigidos para as comunicações despontam como novas perspectivas educacionais a serem desenvolvidas.

## **Uso do computador no Ensino de Física**

São inúmeros os usos das Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC – na Educação em geral. Entre os vários usos, encontramos na literatura diferentes classificações

dessas utilizações. Vejamos algumas dessas qualificações quanto ao modo de emprego do computador em sala de aula.

Para Valente (1993) a informática poder ser usada na educação sob duas perspectivas:

1. Máquina de ensinar, parecidas com as tradicionais instruções programadas. Chamadas de tutoriais incluem os exercícios, os jogos educacionais e a simulação.

2. Uso da linguagem de programação (Basic e LOGO) ou mesmo o processador de texto. O computador passa a ser uma ferramenta no uso dos aplicativos de processador de texto, de planilha eletrônica, como comunicador (e-mail e sintetizadores de voz para cegos).

Ainda para Valente,

“a implantação da Informática na Educação consiste basicamente em quatro ingredientes: o computador, o software educativo, o professor capacitado para usar o computador como ferramenta intelectual e o aluno” (p.3),

e que

“o ensino pelo computador implica que o aluno, através da máquina, possa adquirir conceitos sobre praticamente qualquer domínio. Entretanto, a abordagem pedagógica de como isso acontece é bastante variada, oscilando entre dois grandes pólos, [...] Num lado, o computador, através do software, ensina o aluno. Enquanto no outro, o aluno, através do software, ‘ensina’ o computador” (p.3).

Para Bonilla (1995), o uso do computador na Educação abrange três grandes concepções:

1. Como máquina de ensinar (exercício e prática ou tutorial);
2. Como tutor inteligente (programas com inteligência artificial que se adaptem ao ritmo de desenvolvimento do estudante-usuário);
3. Como ferramenta intelectual (simuladores, jogos, editores de texto, multimídia, solução de problemas [LOGO]).

Já Oliveira (1997) qualifica a Informática na educação sob quatro maneiras:

1. Instrução programada;
2. Simulações;
3. Aprendizagem por descoberta (LOGO);
4. Pacotes Integrados (aplicativos).

Oliveira ainda observa que as simulações possuem um lugar de destaque entre as potencialidades do computador, enquanto complemento aos experimentos de laboratório, sem, necessariamente, substituí-los. Considera ainda, que o uso do computador na realização de instruções programadas ou tutoriais não representa nenhum avanço pedagógico, apesar dos recursos multimídias utilizados em sua elaboração.

Rosa (1995) faz um vasto levantamento de 182 artigos publicados entre 1979 e 1992 em revistas relacionadas ao Ensino de Física, buscando categorizá-los segundo o tipo de aplicação. Verifica que a grande maioria trata da simulação (59 artigos), seguida pelo uso como ferramenta de coleta de dados (40 artigos), como análise de dados em tempo real (27 artigos), e pela instrução assistida por computador (22 artigos). Em sua classificação são citadas cinco possibilidades para o uso dos computadores na escola:

1. Coleta e análise de dados em tempo real (laboratório);
2. Simulação de fenômenos físicos (estática ou dinâmica);
3. Instrução assistida por computador (virador de páginas)
4. Administração escolar (controle de notas, banco de questões);

## 5. Estudo de processos cognitivos (LOGO).

Para Coelho (2002, p.38), são quatro as classificações para os possíveis usos do computador no ensino de Física:

1. Como máquina de ensinar, seja como tutorial, banco de questões, virador de páginas, instrução programada, ou outro método semelhante.
2. Como ferramenta no auxílio da confecção de textos, planilhas, gráficos etc.
3. Como instrumento de programação, sendo assim utilizado de forma a promover a aprendizagem por descoberta.
4. Em simulações.

Esse autor ainda observa que dependendo do ponto de vista, ainda pode ser colocada uma quinta classificação: *o uso da internet*, embora esta classificação não seja muito óbvia, já que a internet possui uma grande gama de recursos, que podem ser classificados dentro das quatro classificações anteriores.

Finalmente citamos uma última classificação do uso dos computadores no ensino observados por Fiolhais e Trindade (2003) relacionada em cinco categorias:

1. Manipulação e Aquisição de dados no computador
2. Recursos Hipermédia
3. Realidade Virtual
4. Internet
5. Simulações

Mas uma vez os autores dessa última classificação destacam que a simulação é um dos recursos mais usados nos processos de aprendizagem, em especial, no ensino de Física. Uma vez que as leis da natureza são expressa por equações, tais princípios podem ser reproduzidos no computador.

O ambiente dos simuladores permite aos alunos construir modelos do mundo físico com alguma aproximação. Com isso suas ações se constituem em alterar valores de variáveis ou parâmetros físicos, bem como seus resultados.

### **Laboratórios Virtuais no Ensino de Física**

O uso da TIC em sala de aula está cada vez mais difundido. Com o desenvolvimento de tecnologias que permitem armazenar enorme volume de informação, reproduzir som e vídeo com alta qualidade e ter acesso a grandes quantidades de informações em tempos muito pequenos, tem se vislumbrado novos meios para a utilização dos recursos de informática como instrumento de apoio didático. Estudos com softwares feitos em linguagem Java apontam algumas das vantagens que a modelagem computacional traz as atividades de ensino (Figueira, 2005). Uma característica marcante destes recursos é o seu apelo visual. As novas gerações de alunos, que foram criadas em um ambiente onde a imagem é parte fundamental de seus cotidianos, sentem-se muito mais confortáveis quando algum tipo de estímulo visual é utilizado para a transmissão de qualquer tipo de informação. Isto é comprovado por estudos que mostram que cerca de 70% das pessoas aprendem melhor aquilo que vêem, e que apenas 30% preferem um outro meio (Wolfgram, 1994). Além disso, o aprendizado aumenta quando os aprendizes podem interagir com aquilo que estão aprendendo. Neste sentido, o computador parece ser um bom instrumento para facilitar o processo de aprendizagem. Só para citar algum dos benefícios citados por Figueiras em seu estudo nota-se que as animações no computador:

- Permitem a visualização gráfica de elementos sutis do modelo teórico.

- Possibilitam a participação ativa dos alunos: sistemas interativos exigem respostas e tomadas de decisões, fazendo com que o aluno construa seu próprio conhecimento.
- Contribuem na interpretação de modelos físicos: ao utilizar laboratórios virtuais e testar hipóteses, obtendo previsões sobre esses sistemas, o aluno é capaz de refletir sobre diferentes modelos teóricos. (Figueira, 2005 p. 615)

Em outro trabalho Medeiros & Medeiros (2002) a partir do trabalho de doutorado de Gaddis (2000) descreve as principais justificativas para o uso das simulações computacionais:

- reduzir o 'ruído' cognitivo de modo que os estudantes possam concentrar-se nos conceitos envolvidos nos experimentos;
- fornecer um feedback para aperfeiçoar a compreensão dos conceitos;
- permitir aos estudantes coletarem uma grande quantidade de dados rapidamente;
- permitir aos estudantes gerarem e testarem hipóteses;
- engajar os estudantes em tarefas com alto nível de interatividade;
- envolver os estudantes em atividades que explicitem a natureza da pesquisa científica;
- apresentar uma versão simplificada da realidade pela destilação de conceitos abstratos em seus mais importantes elementos;
- tornar conceitos abstratos mais concretos;
- reduzir a ambigüidade e ajudar a identificar relacionamentos de causas e efeitos em sistemas complexos;
- servir como uma preparação inicial para ajudar na compreensão do papel de um laboratório;
- desenvolver habilidades de resolução de problemas;
- promover habilidades do raciocínio crítico;
- fomentar uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos;
- auxiliar os estudantes a aprenderem sobre o mundo natural, vendo e interagindo com os modelos científicos subjacentes que não poderiam ser inferidos através da observação direta;
- acentuar a formação dos conceitos e promover a mudança conceitual. (Medeiros & Medeiros, 2002)

Coelho (2002) defende que as simulações se configuram como o uso mais comum no Ensino de Física, pela óbvia vantagem que tem como ponte entre o estudo do fenômeno da maneira tradicional (quadro e giz) e os experimentos de laboratório, pois permitem que os resultados sejam vistos com clareza e repetidas vezes, mesmo com um grande número de variáveis envolvidas. Destaca ainda que as simulações podem se subdividir em dois grupos: as estáticas e as dinâmicas. Nas simulações estáticas, o estudante tem pouco ou nenhum controle sobre os parâmetros da simulação. Já nas dinâmicas, estes parâmetros podem ser modificados com um grau de liberdade bem maior, de modo que o estudante possa verificar as implicações de cada variável no resultado do fenômeno estudado, tendo assim maior autonomia, tanto com o professor presente quanto sozinho ou em grupo.

Vários estudos com simulações aplicadas ao ensino tem sido foco de intensa investigação. Magalhães e seus colaboradores, por exemplo, sugerem a análise quantitativa do movimento real de um objeto através do tratamento de sua imagem capturada no computador (Magalhães, 2002). Já em outro estudo, é investigado o uso de um simulador computacional utilizado como laboratório básico de Física Nuclear (Dias, Pinheiro e Barroso, 2002)

Nessa linha as simulações no computador oferecem um grande potencial para permitir que os estudantes compreendam os princípios teóricos das Ciências Naturais (Davies, p.271, 2002), a ponto de serem chamados Laboratórios Virtuais. Tal ferramenta pedagógica aumenta a percepção dos alunos, pois consegue reunir em um só instrumento várias mídias: escrita, visual e sonora. Dessa maneira tal ferramenta potencializa as possibilidades pedagógicas da interação professor-aluno (Figueira, 2005)

Segundo Barbeto (1996) o uso de simulações em computador como recurso de demonstração em aulas de teoria, ainda é muito pouca. Para o mesmo autor, além do seu uso

direto em sala de aula, a criação de um laboratório de demonstrações virtuais possibilita a disponibilização do material trabalhado nas aulas para acesso posterior dos aprendizes. Assim os alunos podem, a princípio, utilizar estas simulações como um complemento daquilo que foi visto em aula, podendo o material ser acessado no instante em que estiverem revendo o assunto. Vale ressaltar que uma outra vantagem importante, é o baixo custo de instalação e manutenção. Os recursos materiais necessários para a sua utilização em aula restringem-se ao software de simulação, computador e projetor multimídia, os quais podem ser utilizados para a realização de uma enorme gama de experimentos.

Em contrapartida é interessante citar alguns argumentos críticos, destacados por Medeiros & Medeiros (2002), ao uso das simulações computacionais no ensino de física sintetizados a seguir:

- a) O entusiasmo exagerado com o uso das simulações computacionais onde os estudantes ficam encantados com os efeitos computacionais, bem como a facilidade de uso e com a novidade da presença do computador nas aulas de física, transparecendo uma modernidade tecnológica muito próxima do modismo. Não contribuindo efetivamente para a aprendizagem servindo como elemento motivador do uso das tecnologias do que propriamente do interesse em aprender ciências;
- b) A perda da noção da complexidade de um sistema físico real, pois ao utilizar modelos com excesso de simplificações para tornar possíveis as simulações, acabam por deformar a complexidade do real, e corre o risco da simulação ser entendida como a realidade do mundo cotidiano de fenômenos físicos;
- c) A falta de discussão das validades dos modelos propostos e de seus contextos de aplicação, possibilitando idéias de generalizações sem as devidas reflexões das limitações tornando-se equívocos epistemológicos;
- d) A falta de fundamentação em teorias de aprendizagem tanto na elaboração dos programas de simulação quanto nas atividades desenvolvidas no ambiente escolar.
- e) A tendência equivocada de substituir um experimento real por um em simulação computacional podendo inclusive levar os estudantes a conceitos errados e deformações do ponto de vista epistemológico.

Mesmo com todas essas argumentações contrárias ao uso das simulações no ensino de física, muitas pesquisas têm sido realizadas com objetivo de aprofundar e de certa forma superar as críticas sofridas.

Ciente das potencialidades oferecidas pelas simulações no computador resta saber se os professores de Física conseguem fazer uso dessa ferramenta para produzir algum ganho significativo no processo de aprendizagem. Nessa lógica colocamos o problema de nossa pesquisa da seguinte forma: Qual o uso feito pelos professores dos laboratórios virtuais, enquanto procedimento didático-pedagógico nas aulas de Física no nível médio?

Dentro desse contexto são abertas algumas questões de investigação:

Quais as implicações epistemológicas no uso das simulações computacionais?

Quais os pressupostos pedagógicos que os professores de Física devem possuir no uso das simulações computacionais?

Qual o planejamento feito para o uso do potencial oferecido pelas simulações computacionais nas aulas de Física?

### **Implicações epistemológicas no uso das animações computacionais**

Uma vez discutido o papel que a informática, particularmente, das simulações tem no ensino de Física e, cabe-nos avaliar como os responsáveis pela educação científica dos futuros cidadãos de uma era marcada pela tecnologia, conseguem lidar com as implicações epistemológicas para o uso das simulações computacionais em sala de aula.

A Física desempenha um papel fundamental no desenvolvimento científico e

tecnológico, a tal ponto do século XX ser considerado o século da Física. Essencialmente, os físicos criam modelos científicos que podem descrever, representar e/ou prever fenômenos físicos. Tais modelos não são cristalizados em sua criação, mas reformulados, aprimorados ou abandonados, dependendo de seu sucesso na confrontação com os resultados experimentais ou com raciocínios teóricos. Nesse sentido criar modelos científicos, determinar sua validade e aprimorar a precisão dos resultados e fazer previsões constituem a essência da práxis científica (Veit, 2005).

Para nossa discussão, adotemos o conceito proposto por Santos e Silva (2003) de que:

animações interativas são programas de computador que simulam fenômenos físicos modelados matematicamente em que o aprendiz poderá através da ação, trocar significados e modificar a animação para atender seus objetivos gerais e específicos, com a apresentação dos reais conceitos, relacionamento entre grandezas, gráficas e referências. Santos e Silva (2003)

Nesse cenário as simulações computacionais despontam como uma possibilidade interessante, ao passo que as mesmas conseguem dar ao usuário a condição de criar modelos e dentro deles testar hipóteses, ainda que as mesmas não comunguem, a princípio, com o dado empírico real. Isso faz com que as propostas para o conhecimento possam vir antes da experimentação, e não depois, para justificá-la.

Tal condição abre ainda a possibilidade da criatividade, uma vez que o usuário é livre para mudar os parâmetros, ainda que os mesmos sejam difíceis de acontecer em condições reais. Por outro lado, a possibilidade do pensamento divergente, ou da criação de hipóteses fora do modelo vigente, não deve ser confundido com a criação de modelos que não atendam à observação, mas sim à condição de poder comprovar previamente outras explicações para possíveis fenômenos, os quais não sejam capazes de serem observados com o aparato experimental - tecnológico disponíveis.

Em um segundo momento, há de se considerar que o uso de modelos computacionais, como o próprio nome já diz, sugere a reprodução de um fenômeno o qual obedece a um determinado marco teórico, portanto, sua aplicabilidade está pautada na previsão de uma teoria. Não esqueçamos, porém que, a modelagem computacional deve ser aberta o suficiente para possíveis modificações e evoluções, que sejam capazes de provocar mudanças profundas, até mesmo na teoria que a concebeu. Com isso cabe a proposta de uma aproximação de quem elabora o software (programador) com quem faz uso do simulador (docente).

De um outro prisma, alguns usos feitos com simuladores nas aulas de física apontam para uma inadequação da ferramenta computacional. Medeiros & Medeiros (2002) destacam que a visão simplista e algorítmica traduzida em uma simulação, torna-se prejudicial, pois, embora as equações que estejam por trás das animações sejam corretas, os resultados obtidos violam o contexto de validade de um experimento real. Por exemplo, em uma simulação de um lançamento horizontal que indique um alcance de 300 km como resultado, são deixados de lado alguns fatores significativos que influenciariam nos dados observáveis. Para uma distância como esta a curvatura da Terra, a variação da aceleração da gravidade bem como a resistência do ar, ou até mesmo os altos valores da velocidade e da altura, tornariam o alcance real bem distante do valor previsto. Assim, a discussão da concordância, ou não, do resultado “virtual” com o dado real seria um bom ponto de partida para o não tratamento do fenômeno físico com algo rígido e algorítmico. Nessa lógica cabe ressaltar a importância de uma visão não linear a cerca da ciência, uma vez que o aprendiz deve entender que a produção do conhecimento não é algo cristalizado desprovido de equívocos e erros.

Finalmente identificamos na modelagem computacional uma possibilidade poderosa de conexão entre ciência, sociedade e tecnologia. Afinal, não se busca uma produção científica desprovida de intenção, visto os fins a que ela se destina.

Assim, em se tratando de realidade virtual<sup>1</sup>, várias teorias são construídas em um ambiente interativo, haja vista não se dispor de laboratórios físicos capazes de realizar certos experimentos. Nesse caso os laboratórios virtuais abrem espaço para busca de novas propostas, as quais só seriam possíveis, a priori, em um mundo computacional. Portanto, o uso de simuladores se configura como marco inicial na construção de uma sociedade onde a ciência e a tecnologia aparece em constante diálogo na busca de soluções que consigam promover um bem estar comum. Há de se imaginar quantas propostas estão concebidas em simuladores esperando a viabilidade técnica para serem finalmente concebidas.

### **Pressupostos pedagógicos para o uso das simulações computacionais**

O uso das tecnologias da informação e comunicação no ensino de ciências despontam como um possibilidade de superação qualitativa às tradicionais aulas de Física. Em particular a utilização das simulações aparecem como foco real das pesquisas das TIC no ensino. Levy, (1998) defende as animações computacionais como forma de conhecimento, argumentando que os cientistas de todas as áreas recorrem cada vez mais as simulações digitais para estudar fenômenos como o nascimento do universo, evolução biológica ou mesmo para avaliar modelos experimentais como menor custo ou tempo de resposta.

Uma análise mais profunda sobre a utilização das simulações computacionais no ensino de Física vão desde equívocos conceituais na elaboração de *softwares*, até o uso desses em práticas pedagógicas que não condizem potencial dessa tecnologia. Rosa observa que:

“os computadores estão sendo utilizados indiscriminadamente sem que haja uma preocupação com a avaliação dos resultados obtidos e sem que exista um projeto educacional embasado em alguma teoria da aprendizagem que justifique a introdução desses equipamentos nas escolas. Poucos são artigos que se preocupam em avaliar a utilização de computadores.” (Rosa, 1995, p. 188)

Isso indica a necessidade de uma visão mais crítica sobre a utilização do computador na corroboração de uma aprendizagem mais significativa.

### **Algumas falhas apontadas**

A nova idéia do professor mediador está diretamente ligada com as novas práticas educacionais na era da informática. Tal discussão perpassa desde a construção de um novo *habitus* em relação ao uso da máquina, bem como a tomada de consciência dos novos processos educacionais envolvidos com o uso das TIC. Isso implica que a formação dos professores para o uso do computador precisa estar articulada com o novo ambiente cognitivo, na tentativa de transformar as práticas passadas em um novo capital pedagógico. Aliás, as competências exigidas ao novo professor, visualizadas por Perrenoud (1993), pressupõem processos e espaços de análise, questionamentos e de construções e reconstruções do *habitus*, viabilizando a vivência, ao longo dos cursos, das diversas situações escolares. Nesse sentido, ressalta-se que tais vivências darão suporte às práticas futuras em sala de aula, em conjunto com o contexto sociocultural e organizacional das instituições educativas.

Isso nos leva a discutir que o simples aprender a utilizar dos computadores não é a solução adequada para a incorporação das TIC no espaço escolar. Ramal (2002), mostra o trabalho de Martin Wild, que faz um levantamento sobre as principais falhas dos cursos de formação docente na preparação para utilizar a informática educativa: *falha de propósito, falha*

---

<sup>1</sup> Entende-se como realidade virtual a mesma definida por **Harison e Jaques (1996)** como “o conjunto de tecnologias que permitem fornecer ao homem a mais convincente ilusão possível de que este está noutra realidade; essa realidade (ambiente) apenas existe no formato digital na memória de um computador”.

*de método e falha de significação.*

No primeiro item, falha de propósito, os professores são levados a aprender sobre a tecnologia sem saber o porquê da utilização de computadores no ensino e o quê exatamente os professores precisam saber. Ao fazer isso o docente aprender apenas a manipular alguns programas ditos *essenciais*, sem saber como o computador pode auxiliá-lo didaticamente. A capacitação dos cursos resume-se, portanto, em aprender os principais ambientes do Windows. Para Wild, essa direção leva o professor a correr pelo menos três riscos:

- a) O uso do computador reproduzindo os paradigmas anteriores de ensino, como nas exposições de Power Point, que dão mais cores às aulas do quadro negro.
- b) O uso do computador como substituto da máquina de escrever e de calcular, como o de cursos de formação que incluem o programa Excel no currículo.
- c) Ou como “passatempo”, para os momentos que os alunos estão inquietos durante a aula.

No que diz respeito à falha de método, Wild sugere que muito mais do que a aprendizagem progressiva da informática, os cursos de formação deveriam abordar o estudo das capacidades cognitivas envolvidas na construção do conhecimento com o auxílio do computador. Isso aparece bem explícito na ausência de objetivos das pesquisas feitas na internet, com o propósito da simples busca através da rede.

Por fim o autor aponta para uma falha de significação, referindo-se ao fato de que, nos cursos de formação de professores, muitas vezes a aproximação à informática educativa se dá apenas na capacitação para o uso, quando deveria privilegiar a construção de sentidos sobre esse uso e suas implicações nos processos educativos, conferindo uma experiência cultural, e não só instrumental. Nessa ordem os cursos acabem por adaptar o professor ao computador, em vez de se questionar, antes, o que os computadores pode fazer pela sua disciplina, ou pelo aprendizado de seu aluno. Creio que a falta de significação, representada na dependência do professor para com o computador, seja a principal falha na incorporação das TIC ao ensino, levando até mesmo, os próprios docentes a criarem certa resistência com relação à utilização do incremento computacional.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A introdução do computador na escola vem crescendo progressivamente ao longo dos últimos anos. Desta forma há uma tendência natural de vários pesquisadores em educação a se debruçarem sobre o tema. Diante desse quadro encontramos na literatura um destaque especial ao uso dos simuladores nas aulas de Física para a melhoria do ensino e da aprendizagem. Nas próximas etapas desta pesquisa deveremos contrapor as práticas desenvolvidas por professores de Física do ensino médio que fazem uso dos simuladores computacionais com os pressupostos pedagógicos adequados a uma efetiva aprendizagem significativa.

Desta forma, este trabalho de pesquisa, enquanto parte integrante do programa do Mestrado em Ensino, História e Filosofia da Ciência UFBA/UEFS, se propõe a contribuir com a discussão sobre a utilização do computador em sala de aula, haja vista se tratar de um instrumento cada vez mais indispensável ao mundo contemporâneo.

## **REFERÊNCIAS**

- AUSUBEL, D. P.– **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva.** David Ausubel, tradução de Ligia Teopisto. Lisboa: Editora Plátano , 1ª Edição, 2003.
- \_\_\_\_\_. **Psicologia Educacional** Editora Interamericana – Rio de Janeiro, 1980.
- BARBETA, V B **Recursos de Simulação em computador em aulas de Física para Engenharia.** Fundação de Ciências Aplicadas, 1996.

BENTO, M – **Epistemologia das Ciências da Educação** – Lisboa, 2002.

BONILLA, Maria Helena S. **Concepções do Uso do Computador na Educação**. Espaços da Escola, Ano 4, No. 18 (59-68). Ijuí: 1995

COELHO, Rafael Otto. **O uso da informática no ensino de física de nível médio**. Universidade Federal de Pelotas. - Pelotas, 2002.

DAVIES, C H J - **Student engagement with simulations : a case study** – Computer & Education, Vol 39, pág. 271, 2002

DELIZOICOV, Demétrio, Angotti, José André, Pernambuco, Marta. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos** – Coleção Docência em Formação, Ed Cortez, São Paulo, 2002.

DIAS, N.L; PINHEIRO, A.G; BARROSO, G.C. - **Laboratório Virtual de Física Nuclear**. Revista Brasileira do Ensino de Física, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 232 – 236 , Jun. 2002.

FIGUEIRA, J. S. **Easy Java Simulations. Modelagem Computacional para o Ensino de Física**. Revista Brasileira do Ensino de Física, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 613 – 618, Ago. 2005.

FIOLHAIS, CARLOS; TRINDADE, JORGE **Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 25, n.3, p 259 – 272, Set, 2003.

HALLUON, I. – **Schematic Modeling for Meaningful Learning for Physics** – Journal of Research in Science Teaching, v. 33, Issue 9, 1996

HAKE, R., **Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses** American. Journal of Physics. 66, 64- 71 (1998).

LÉVY, Pierre. **Cibercultura**. São Paulo: Ed. 34, 1999.

MAGALHÃES, M.G.M.; SCHIEL, D.; GUERRINI, I.M.; MAREGA, E. **Utilizando Tecnologia Computacional na Análise Quantitativa de Movimentos: Uma Atividade para Alunos do Ensino Médio**. Revista Brasileira do Ensino de Física, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 97 – 102, Jun. 2002.

MOREIRA, A. M , **Uma Abordagem Cognitivista Ao Ensino de Física**. Universidade federal do Rio Grande do Sul – UFRG, Editora da Universidade, 1983.

NOVAK Joseph D. **Uma teoria de educação**. São Paulo: Pioneira, 1981.

PERRENOUD, P. **Práticas pedagógicas, profissão docente e formação**. Lisboa, Dom Quixote, 1993.

RAMAL, Andréa Cecília. **Educação na Cibercultura**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

WOLFGRAM, D. E., **Criando em Multimídia**, Ed. Campus, Rio de Janeiro, 1994.

PIRES, M. A. VEIT, E. A. **Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio**. Revista Brasileira do Ensino de Física, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 241 – 248, Jun. 2006.

SANTOS , J. N. ; TAVARES, R. – **Modelagem em um Curso de Física**. In: IX ENCONTRO DE FÍSICOS DO NORTE E NORDESTE, Recife/PE, 2002.

TAVARES, R. S.; LUNA, G. R.; ROCHA, N. **Modelagem Computacional: uma aproximação entre artefatos cognitivos e experimentos qualitativos**. XXII EFNNE – Encontro de Físicos do Norte e Nordeste – Feira de Santana – Bahia, 2004

TEODORO, V. D. VEIT, E. A.; **Modelagem no ensino/aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio**. Revista Brasileira do Ensino de Física, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 86 – 96, Jun. 2002.

WELLS, M.; HESTENES, D. SWACKHAMER, G. **A Modeling Method for High School Physics Instruction** – American Journal of Physics, v. 63, 608, 1995.