



# Proposta de Utilização de um Laboratório Virtual de Física na Melhoria do Processo de Ensino e Aprendizagem

Marco Antônio S. Trentin \*

Liane Margarida Rockenbach Tarouco \*\*

**Resumo:** Este trabalho tem por objetivo investigar as ferramentas e técnicas mais adequadas na construção de laboratórios virtuais na Internet, a serem usados como complemento de aulas presenciais, com vistas a auxiliar no processo de aprendizagem dos alunos. Também são investigadas as técnicas que mais favoreçam e estimulem a utilização e interação dos alunos com os Laboratórios Virtuais. Estes laboratórios virtuais estão inseridos dentro de um ambiente de apoio, cujo objetivo é de auxiliar e motivar os alunos na aprendizagem de conteúdos que, tradicionalmente, são ensinados quase que exclusivamente de maneira teórica. Objetiva também avaliar os impactos da tecnologia e dos ambientes de laboratórios virtuais na educação e no desenvolvimento dos processos cognitivos dos alunos.

**Palavras-chave:** ambientes interativos de aprendizagem, realidade virtual na educação, laboratório virtual.

**Abstract:** The objective of this research is to investigate the most suitable tools and techniques used in the construction of virtual laboratories over the Internet to be used as a complement of actual lessons, mainly to assist in the learning process of the students. Techniques that favors the student's interaction with the virtual laboratories are also investigated. These virtual laboratories are inside a learning environment, whose objective is to aid and motivate the students in the learning process that are traditionally taught in a theoretical way. Another objective is to evaluate the impacts of the technology and the environments of virtual laboratories in the education and development of the cognitive processes of the students.

**Key-words:** learning interactive environments, virtual reality in education, virtual laboratory.

## 1. Introdução

A Internet e o WWW são, sem dúvida, o maior fenômeno desta última década na área da informática e das comunicações. É um daqueles inventos que, por serem tão revolucionários, passam imediatamente a fazer parte do dia-a-dia das pessoas, e não se consegue imaginar mais o mundo sem ele. Foi assim com a imprensa, o rádio, o telefone, a televisão, e agora ocorre de novo com a Internet (Porter, 1997).

Novas possibilidades têm sido introduzidas à área educacional devido à presença, cada vez maior, de microcomputadores e da Internet nas instituições de ensino, e a consolidação da Internet como um importante meio de informação e comunicação. Percebe-se também que um grande interesse tem sido despertado para o desenvolvimento de ferramentas que apoiem o uso educacional efetivo utilizando estes novos meios. Embora a Internet aproxima-nos da promessa da tecnologia que reformará os nossos sistemas de educação, sabemos que as mídias educacionais, tomadas isoladamente, não influenciam significativamente no desempenho dos alunos. Portanto, o uso da internet, através de seus serviços, para fins de aprendizagem, deve ser examinado dentro do contexto educacional, até porque a integração da tecnologia não é simplesmente acelerar o processo de aprendizagem, ou ensinar novas habilidades tecnológicas. O que se deseja é a combinação das técnicas de construção de material multimídia com teorias de aprendizagens atuais consolidadas, na construção de ambientes de aprendizagem, para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem.

## 2. Laboratórios virtuais disponíveis na Internet

Já há algum tempo o termo Laboratório Virtual começou a aparecer na Internet. Percebeu-se, em pesquisas realizadas na Internet, que existem vários tipos de Laboratórios Virtuais, deste os mais "modestos", sem recursos gráficos e interativos, até os mais sofisticados, primando pela interação visual, realismo e fidelidade, nas reações e nas interações com o mesmo.

\* Professor do curso de Ciência da Computação da UPF, Mestre em Ciência da Computação e doutorando do PGIE/UFRGS

\*\* Professora titular na UFRGS/FACED com atuação em pesquisa nas áreas de Redes de computadores e Informática na Educação, liane.tarouco@ufrgs.br, <http://penta.ufrgs.br/liane.html>, Mestre em Ciência da Computação (UFRGS), Doutora em Engenharia Elétrica/Sistemas Digitais (USP), professora do Programa de Pós-Graduação Informática na Educação e do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação.





Percebeu-se, também, que a maioria dos Laboratórios Virtuais existentes procuram dar suporte à aprendizagem de temas vistos em sala de aula de determinadas disciplinas (principalmente das áreas da Ciência), além de dinamizar o fluxo de informações entre alunos e professores. Para tal, geralmente as informações e material necessários para o acompanhamento da disciplina encontram-se dentro deste "Laboratório Virtual". Em alguns deles pode-se perceber que tem, também, por objetivo proporcionar aos alunos a possibilidade de se aprofundarem no estudo e pesquisa de temas específicos, geralmente através de seções do tipo "Links Relacionados", do uso de ferramentas e artigos disponíveis em seções do tipo "Download", ou ainda através de "Dicas" de professores e alunos.

Pode-se classificar os sites do WWW "autodenominados" de Laboratórios Virtuais, em três categorias, como segue:

- **sem interação:** geralmente estes tipos de sites trazem como conteúdo apenas texto informativo, acrescido de ilustrações, e até mesmo questões de múltipla escolha, sobre alguma área específica, de experimentos feitos em laboratórios. Assim, o conteúdo, apresentado desta forma, fica sendo muito semelhante ao de um livro (conteúdo linear). Consequentemente, parte da infra-estrutura tecnológica existente atualmente disponível deixa de ser usada. Em programas de hipertexto, embora o estudante seja solicitado constantemente a apertar teclas e avançar pelas unidades de informação, ele pode cognitivamente permanecer bastante passivo (Tarouco, 2002). Geralmente estes sites são mais antigos, ou seja, sites mais recentes, de mesmo propósito, não mais estão adotando esta denominação;
- **com interação parcial:** uma boa parte dos sites encontrados que se denominam "Laboratório Virtual", se enquadram nesta categoria, que são aqueles que geralmente trazem consigo uma descrição da teoria e/ou de um experimento que será visto. Porém, a parte visual que representa o experimento não oferece ao usuário controle sobre as variáveis do Laboratório Virtual. Ou seja, são apresentadas ilustrações do experimento (geralmente animações ou vídeos), porém, o aluno não tem como mudar parâmetros do experimento, visualizando, portanto, sempre a mesma ação (reação). Alguns destes sites utilizam estes recursos para apresentarem aos alunos, previamente, uma descrição de um laboratório real que será, posteriormente, utilizado pelos alunos, ou ainda, demonstrar fenômenos impossíveis de serem visualizados (por exemplo, movimento dos átomos, vetores de campos magnéticos, etc);
- **com interação total:** os Laboratórios Virtuais mais recentes que se encontram no WWW, se encontram nesta categoria. As suas principais características são, além de apresentarem ilustrações, temas e questionamentos sobre determinado assunto, de permitem que o aluno interaja com o Laboratório Virtual, através da inserção de valores ou modificação de componentes do Laboratório Virtual (por exemplo, pode-se determinar a temperatura de determinado experimento e, a partir disto, o mesmo reagirá de acordo a temperatura informada). A maioria destes são feitos utilizando a tecnologia Java ou Flash.

### 3. Características do ensino de Física

Particularmente no ensino de Física, as pesquisas sobre as concepções do aluno mostram a importância de considerar o aluno como um agente ativo na construção de seu próprio conhecimento. E a história do ensino de Física tem mostrado que a experimentação é parte essencial do método científico. Porém, também pode-se afirmar que, geralmente, as disciplinas de Física são ministradas de uma forma "tradicional". Nela, o professor atua como um expositor e gerador de questões, sendo ele o principal ator no processo de ensino e aprendizagem. Mesmo utilizando recursos audiovisuais e experimentos, o professor permanece como elemento ativo do curso: ministra aulas expositivas e resolve no quadro problemas propostos por ele mesmo; o aluno mantém uma atitude passiva. O professor, ao escolher esta metodologia para a disciplina, pressupõe, mesmo que de forma implícita, que os alunos possuem uma razoável formação em Matemática e em Física. Além disso, pressupõe também ser o aluno capaz de estudar e resolver, de forma individual, os problemas propostos. Neste contexto, observa-se que a interação entre o professor e o estudante é restrita, com muito pouco diálogo desenvolvido durante a aula expositiva ou, eventualmente, fora da sala de aula em torno de alguma dúvida do aluno (Almeida, 2001).

É um fato conhecido que uma boa parte dos alunos tem dificuldades na compreensão dos fenômenos físicos (Fiolhais, 2002). Lawson apud (Fiolhais, 2002), afirma que não é de se admirar falhas na aprendizagem se os conceitos mais complexos e difíceis de visualizar na Física, forem só apresentados verbal ou textualmen-





te. A realização de experiências, a utilização de meios audiovisuais e o aproveitamento de software adequado podem, não sendo a razão única para o sucesso, facilitar o processo de ensino. Enfim, no momento em que fenômenos físicos forem mostrados na prática, e devidamente explicados, o aluno construirá a sua aprendizagem, avançando e resolvendo os problemas propostos, mesmo em situações reais.

A utilização da metodologia de ensino experimental, ou ensino prático, realizado em laboratórios, com demonstração de fenômenos, realização de práticas que são relacionadas com os conceitos e leis, propicia a aproximação do ensino com a própria estrutura da Física, que é basicamente experimental, onde o experimento é considerado como ferramenta para a compreensão de conceitos, princípios, etc. Segundo Barbosa (apud Vinchiguerra, 2001), estas visões de ensino experimental ampliam as possibilidades de interação professor-aluno e aluno-objeto, na perspectiva de se obter eficiência no processo ensino-aprendizagem. Pode-se inclusive afirmar que a experimentação desempenha um papel insubstituível em Física e no ensino de Física (Fiolhais, 2002), ou seja, experiências reais ou simulações fornecem um ambiente particularmente rico do ponto de vista pedagógico, que ajuda a substituir idéias comuns por idéias científicas. Não basta ter somente o aprendizado teórico, isto é, a prática é uma forma de melhoramento da compreensão do conteúdo que está sendo assimilado pelos alunos, além de funcionar como uma espécie de facilitador do estudo.

#### 4. Ambientes de aprendizagem

As atuais Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) oferecidas pela Internet se tornam mais atraentes na medida em que existe a necessidade de construção de ambientes e ferramentas que auxiliem na educação, através da Internet. Isto nos leva a repensar os paradigmas educacionais que vêm sendo utilizados na educação formal convencional, questão fundamental de qualquer projeto pedagógico que conta com inovações tecnológicas.

Conseguir implementar um ambiente virtual que favoreça a participação ativa do aluno no seu processo de aprendizagem, a troca de idéias e experiências entre os participantes, torne possível a discussão em grupo e o trabalho cooperativo, e desse modo possa reverter as tradições condutivistas do ensino "livresco", autoritário, expositivo, é um desafio para equipes de desenvolvimento desses cursos. As tecnologias, como ressalta Jonassen (apud Reis, 2001), só mudarão a natureza das atividades educacionais se dirigidas por mudanças fundamentais nas concepções e métodos de ensino-aprendizagem.

Um ambiente virtual de aprendizagem é, quase sempre, em primeiro lugar, um desafio lúdico que gera, naturalmente, motivação. A motivação para a aprendizagem é fundamental para que esta se efetue. A interatividade, a manipulação e o controle do ambiente por parte do aluno reforçam ainda mais a motivação referida e permite-lhe sentir-se mais à vontade, dominando um universo que compreende e apreende mais facilmente. Por outro lado, em um ambiente como este, a aprendizagem é realizada pelo aluno, embora sempre com o apoio do professor (Gouveia, 1998). Também pode-se afirmar que as dificuldades de aprendizagem são, nestes ambientes, mais fáceis de ultrapassar, já que a interatividade, a manipulação e o controle sobre o ambiente permitem uma adaptação ao tipo e ritmo de aprendizagem que, associada à visualização de informação complexa sob uma forma simples, facilitam a superação de algumas dificuldades.

##### 4.1 Ambiente construtivista

Em um ambiente virtual construtivista, deseja-se que o aluno esteja no centro do processo de aprendizagem, e que o aluno tenha o controle do processo. Cunningham (apud Reis, 2001) define algumas finalidades de um ambiente construtivista de aprendizagem, a partir dos princípios teóricos desse enfoque: (i) possibilitar ao aluno a decisão sobre tópicos do domínio a serem explorados, além dos métodos de estudo e das estratégias para a solução de problemas; (ii) oferecer múltiplas representações dos fenômenos e problemas estudados, possibilitando que os participantes avaliem soluções alternativas e testem suas decisões; (iii) envolver a aprendizagem em contextos realistas e relevantes, isto é, mais autênticos em relação às tarefas da aprendizagem; (iv) colocar o professor no papel de um consultor que auxilia os participantes a organizarem seus objetivos e caminhos na aprendizagem; (v) envolver a aprendizagem em experiências sociais que reflitam a colaboração entre professores-alunos e alunos-alunos; e (vi) encorajar a meta-aprendizagem.





## 4.2 Ambiente cooperativo

A aprendizagem cooperativa mediada por computador encontra no cenário tecnológico atual, condições propícias de instalação e desenvolvimento. O ambiente de aprendizagem, para que se constitua como tal, cooperativo, autonomizador e interativo pressupõe a presença de diversos atores, entre os quais o professor e o aluno/grupo de alunos. O professor faz a mediação com as atividades do aluno, preparando o campo e o ambiente para tal, dispondo e propondo o acesso e a interação, seja com o computador, ou com outros alunos ou outras tecnologias, provocando e facilitando essas ações. Além disso, busca interagir, estimular e reorientar a atividade de aprendizagem (Medeiros, 2002).

Estes ambientes precisam contribuir para o enriquecimento do processo educativo, como gerador de interações, e não só como indicador de caminhos. Para isto deve permitir e privilegiar o debate, sugerir inovações, apresentar tecnologias que possam influir positivamente no processo educativo (Reis, 2002). Isto faz com que o aluno esteja no centro do processo, tendo poder para tomar decisões e gerenciar a sua própria aprendizagem. E, nesta situação, o papel do professor é fundamental. Ele deve aprender a conduzir orientações em tarefas que, normalmente, não fazem parte de sua prática pedagógica, por mais experiente que seja em relação ao trabalho da sala de aula.

## 5. Ambiente de apoio ao Laboratório Virtual de Física

A fim de comprovar algumas suposições, foram selecionadas uma série de experimentos virtuais, sendo a maioria feitos em Java e Flash, e apresentados a uma turma de alunos da disciplina de Física, do curso de Ciência da Computação da Universidade de Passo Fundo. Por cerca de 2 horas, os alunos interagiram com estes experimentos, orientados pelo professor de Física, e realizaram práticas nos experimentos virtuais pré-selecionados. Percebeu-se, através da observação *in loco*, de conversas com os alunos e respostas de um questionário, que estes experimentos virtuais existentes, por mais realísticos em suas reações, necessitam estar inserido dentro de um ambiente de apoio, para que a interação dos mesmos com os alunos ocorra de maneira mais efetiva, motivadora e duradoura, e que também possam ser acessados em outros momentos, sem a necessidade da presença do professor. Estas observações vieram a corroborar as nossas expectativas. A nossa proposta, que já vem sendo trabalhada, é de que estes Laboratórios Virtuais estejam inseridos dentro de um ambiente de apoio. Este ambiente de apoio é baseado em atividades, onde o aluno é convidado a visitá-las, e nelas há instruções e sugestões para que o mesmo tire o máximo de proveito do ambiente, além do acesso a conteúdos complementares. Neste ambiente de apoio existe uma série de recursos que permitem que o conteúdo, a ser apresentado, seja organizado de forma eficiente pelo professor, e acessado de forma motivadora e agradável ao aluno, tais como: Atividades, Material de apoio, Leituras, Mural, Fórum, Bate-Papo, Perfil, Diário de Bordo, Links de Apoio, Testes on-line e Experimentos Virtuais.

Para a construção do ambiente de apoio ao Laboratório Virtual, foi escolhida a área da Física, mais especificamente a área de Eletromagnetismo, por possui vários experimentos que permitem uma boa modelagem gráfica, boa capacidade de interação, possuir conceitos fáceis de serem simulados, e ao mesmo tempo difíceis de serem visualizados em laboratórios reais, tais como elétrons, prótons, vetores de força, campos magnéticos, etc.

### 5.1 Modelo de ensino-aprendizagem

O suporte teórico na concepção do ambiente de Laboratório Virtual em questão, no que diz respeito às suas atividades pedagógicas, baseia-se numa abordagem construtivista (Piaget 1993), possibilitando ao aprendiz uma interação com o ambiente, permitindo a sua aquisição/construção do conhecimento. O construtivismo acredita que a realidade é construída pelo aprendiz, baseado em suas experiências (Silva, 1997). Para que um ambiente de ensino seja construtivista, é fundamental que o professor conceba o conhecimento sob a ótica levantada por Piaget, ou seja, que todo e qualquer desenvolvimento cognitivo só será efetivo se for baseado em uma interação muito forte entre o sujeito e o objeto (Ferreira, 2001). Juntamente com o construtivismo, pretende-se também usar pressupostos do sócio-interacionismo na concepção do ambiente de apoio ao Laboratório Virtual.

Segundo o construtivismo, uma das primeiras exigências é que o ambiente permita uma interação muito forte entre o aluno e o objeto de estudo. Esta interação não significa apenas apertar as teclas ou escolher





entre opções de navegação. A interação deve ir além, integrando o objeto do estudo à realidade do sujeito, dentro de suas condições, de forma a estimulá-lo e desafiá-lo, mas ao mesmo tempo permitindo que novas situações criadas possam ser adaptadas às estruturas cognitivas existentes, propiciando o seu desenvolvimento. A interação deve abranger, não só o universo aluno-computador mas, preferencialmente, também o aluno-aluno e aluno-professor.

## 6. Resultados e discussões

Na construção do atual ambiente de apoio ao Laboratório Virtual, pode-se observar que existem várias tecnologias que já se encontram prontas e robustas para auxiliarem na construção do mesmo. Por motivos de acessibilidade, facilidade de interação e representação através de várias mídias, foi decidido que o Laboratório Virtual fosse acessado via WWW. Propõe-se a utilização do WWW, através de seus *browsers*, para apoiar o Laboratório Virtual, pois, como já visto anteriormente, o WWW já possui bons mecanismos para simular um laboratório físico. Outra razão para a utilização do WWW é a sua facilidade em construir sistemas portáteis, extensíveis e modulares (Tedesco, 1997).

Das várias tecnologias analisadas para a construção do ambiente de apoio, decidiu-se usar o banco de dados PostgreSQL, no Linux, para armazenar o conteúdo do ambiente e as informações obtidas pela ferramenta de monitoramento de acessos dos alunos. Para acessar o banco de dados, é utilizado PHP. As animações e experimentos são feitos em Flash e Java. A principal razão de se usar Java nas animações se deve ao fato de que aplicações feitas permitem uma grande interação com o usuário, principalmente no que tange a entrada de valores através do teclado (valores numéricos, por exemplo) e a conseqüente resposta do modelo de acordo com os dados de entrada.

## 7. Conclusão

Portanto, no momento atual em que se encontram as redes de computadores com acesso à Internet, pode-se afirmar que já existe uma infra-estrutura capaz de suportar novas tecnologias que podem auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, mesmo aquelas que exigem uma largura de banda maior em relação, por exemplo, a páginas HTML comuns. Pode-se afirmar também que já existem, disponível na Internet, várias ferramentas (softwares), muitas delas *freeware*, que possibilitam a construção de ambientes de apoio a aprendizagem.

Ambientes de apoio a aprendizagem, como o proposto neste trabalho, permitirão que professores utilizem este instrumento como complemento de suas aulas, possibilitando com isto um incremento no processo de ensino e aprendizagem, dado que todo um conjunto de informações sobre um determinado tema estarão disponíveis neste ambiente, sob a forma de diversas mídias (hipertexto, animações, áudio, vídeo, realidade virtual, etc), organizados seguindo pressupostos do construtivismo e do sócio-interacionismo, com o objetivo de que o aluno possa, efetivamente, ter um ganho significativo em seu aprendizado.

## 8. Referências bibliográficas

- ALMEIDA, M. A., BARROSO, M., FALCÃO, E., GONZALEZ E. Reversão do Desempenho de estudantes em um curso de Física Básica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 23, nº 1, Março de 2001.
- FERREIRA, L. *Ambiente de Aprendizagem Construtivista*. Disponível em: <http://penta.ufrgs.br/~luis/Ativ1/Construt.html>. Acesso em: 20 mar. 2002.
- FIOLHAIS, C., TRINDADE, J. *Física Para Todos - Concepções Erradas em Mecânica e Estratégias Computacionais*. Disponível em: [http://nautilus.fis.uc.pt/softc/Read\\_c/RV/virtual\\_water/articles/art3/art3.html](http://nautilus.fis.uc.pt/softc/Read_c/RV/virtual_water/articles/art3/art3.html). Acesso em: 15 mar. 2002.
- GOUVEIA, L., CAMACHO, M. Criação de Espaços de Informação Interactivos - Ambiente de aprendizagem para a cadeira de "Sistemas de Informação". *3º Simpósio Investigação e Desenvolvimento de Software Educativo*, 1998. Disponível em [http://www.ufp.pt/staf/mbg/com/pdfs/simp98\\_esp-info.pdf](http://www.ufp.pt/staf/mbg/com/pdfs/simp98_esp-info.pdf)
- MEDEIROS, M., MEDEIROS, G., COLLA, A. et al. *A Produção de um Ambiente de Aprendizagem em Educação a Distância com o Uso de Mídias Integradas: A Pucrs Virtual*. Disponível em: [http://pesquisa.ead.pucrs.br/artigos/Publicados/2001/Abcd/Abcd\\_AmbientesAprendizagem.pdf](http://pesquisa.ead.pucrs.br/artigos/Publicados/2001/Abcd/Abcd_AmbientesAprendizagem.pdf). Acesso em: 20 mar. 2002.
- PIAGET, J. *Psicologia da Inteligência*, Zahar, RJ, 1993.
- PORTER, L. *Creating the Virtual Classroom*. New York: John Wiley & Sons, USA, 1997.



- REIS, E. **Desenvolvimento e Avaliação de um Ambiente Construtivista de Aprendizagem a Distância para a Formação Continuada de Professores de Física do Norte-Fluminense**. Disponível em: [http://www.abed.org.br/antiga/htdocs/paper\\_visem/ernesto/ernesto\\_macedo\\_reis.htm](http://www.abed.org.br/antiga/htdocs/paper_visem/ernesto/ernesto_macedo_reis.htm). Acesso em: 10 dez. 2001.
- REIS, E., PAULA, F. **Acad - Ambiente Construtivista de Aprendizagem a Distância na Internet: Planejamento e Arquitetura Inicial**. Disponível em: <http://www.abed.org.br/texto06.doc>. Acesso em: 9 mar. 2002.
- SILVA, C. O Construtivismo nos Ambientes de Aprendizagem Baseados na Hipermedia. **VIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. Anais... São José dos Campos, ITA, 1997, p. 441-452.
- TAROUCO, L. **Ambiente de Suporte para Educação a Distância**. Disponível em: <http://penta.ufrgs.br/pgie/workshop/ambiente.htm>. Acesso em: 05 mar. 2002.
- TEDESCO, P., BARROS, F., SOUZA, F. Sistema de Ensino Inteligente. **VIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**. Anais... São José dos Campos, ITA, 1997. p. 49-60.
- VINCHIGUERRA, M. **A Tecnologia no Ensino de Física no Ensino Médio**. 2001. Monografia (Especialização em Informática na Educação) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2001.