



## Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET

**M**ateriais didáticos digitais de apoio à aprendizagem vêm sendo cada vez mais produzidos e utilizados em todos os níveis de ensino. Esses materiais são chamados Objetos de Aprendizagem (OA). Repositórios de OA proliferaram na Internet, colocando à disposição do usuário recursos educacionais para facilitar a aprendizagem tanto no ensino a distância quanto no apoio ao ensino presencial. Em particular, na área de física, o portal **COMPADRE** ([www.compadre.org](http://www.compadre.org)), considerado uma biblioteca digital, disponibiliza OA de excelente qualidade e uso gratuito, obtidos de várias fontes confiáveis.

Um dos mais disseminados tipos de OA são as simulações computacionais de experimentos de física, que estão disponíveis para utilização em diversos contextos. Mas infelizmente seu uso em sala de aula está longe de ser uma realidade, particularmente no Ensino Médio. Ainda que elas não devam substituir experimentos reais, pesquisas indicam que seu uso combinado à atividade experimental pode tornar mais eficiente o processo de aprendizagem dos alunos [1].

Uma bem sucedida iniciativa na produção de simulações para o ensino de física, protagonizada por Carl Wieman, laureado com o Nobel de Física de 2001, é o PhET - sigla em inglês para *Tecnologia Educacional em Física*. Wieman, no discurso de agradecimento pela concessão da Medalha Oersted, honraria máxima da Associação Americana de Professores de Física (AAPT), lembra que ao fazer uso de simulações para explicar sua pesquisa

em Condensação de Bose-Einstein, “era particularmente extraordinário [o fato de] que minhas audiências achavam as simulações atraentes e motivadoras do ponto de vista educacional, independentemente se a palestra era dada em um colóquio de um departamento de física ou numa sala de aula do Ensino Médio. Eu jamais vira um instrumento educacional capaz de atingir efetivamente níveis de formação tão diferenciados [2]”.

Com os avanços dos computadores pessoais, tanto em *hardware* como na relação custo/benefício, e softwares indepen-

des de plataforma como o *Flash* e *Java*, as simulações interativas já constituem um mecanismo eficiente para apresentar conceitos científicos e contribuir para tornar os professores facilitadores e os alunos autônomos no processo de ensino e aprendizagem. Neste sentido apresentamos aqui o PhET, um projeto da Universidade do Colorado (EUA) concebido para desenvolver simulações de alta qualidade em diversas áreas da ciência. Além de produzir as simulações, a equipe do PhET busca realizar uma avaliação da eficiência de seu uso em salas de aula [3]. Esse uso pode tomar várias formas: aulas expositivas, atividades em grupo, tarefas para casa, entre outras.

### Objetos de aprendizagem

Parecem existir tantas definições do que seja um Objeto de Aprendizagem quanto aqueles que o produzem. Segundo Wiley [4] um OA pode ser qualquer fonte digital que poderá ser reutilizada para a aprendizagem. Esta definição inclui imagens, fotos, clips de vídeos, animações,

**Um dos mais disseminados tipos de OA são as simulações computacionais de experimentos de física, que estão disponíveis para utilização em diversos contextos. Ainda que elas não devam substituir experimentos reais, pesquisas indicam que seu uso combinado à atividade experimental pode tornar mais eficiente o processo de aprendizagem dos alunos**

.....  
**Alessandra Riposati Arantes**

Departamento de Física, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil

**Márcio Santos Miranda**

Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa, Ensino e Consultoria, Campinas, SP, Brasil

**Nelson Studart**

Departamento de Física, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Carlos, SP, Brasil

.....

---

O artigo aborda uma ampla classe de recursos instrucionais chamados Objetos de Aprendizagem, que se encontram disponíveis em repositórios na Internet. São essencialmente recursos digitais em diferentes formatos: áudio, vídeo, animação e simulação computacional com certas características específicas no processo de ensino e aprendizagem. Em particular, é proposto o uso das simulações interativas do projeto Physics Educational Technology (PhET) da Universidade do Colorado.

páginas na Web. Mais recentemente, Nash [5] conceitua OA como blocos de informação que estão à disposição do professor para que este os conecte da maneira que achar mais eficiente para o processo de aprendizagem. Desta forma, espera-se que os OA estimulem o desenvolvimento das capacidades pessoais, como, por exemplo, imaginação e criatividade. Assim, um objeto virtual de aprendizagem pode tanto contemplar um único conceito quanto englobar todo o corpo de uma teoria. Pode ainda “compôr um percurso didático, envolvendo um conjunto de atividades, focalizando apenas determinado aspecto do conteúdo envolvido” [6].

Para tornar o conceito de OA mais acessível, criaram-se metáforas. Naquela do brinquedo LEGO, introduzida por Hodgins e Conner [7], os OA seriam pequenos blocos de instrução que poderiam se juntar para formar estruturas instrucionais maiores e reutilizados em outras estruturas, assim construindo todo o contexto de aprendizagem. Entretanto, utilizar uma combinação aleatória de OA pode não conduzir necessariamente a algo relevante e coerente em termos de ensino e aprendizagem, porque nem todos os OA podem ser de fato assim arrançados. Isso levou à metáfora do átomo proposta por Wiley [4], em que os OA são comparados a átomos nesta sequência: (a) nem todo átomo pode ser combinado com outro átomo; (b) átomos só podem ser montados em certas estruturas prescritas pela sua própria estrutura interna; e (c) alguma instrução é necessária para juntar átomos. Tal acontece com os OA, isto é, agrupá-los requer conhecimentos de diferentes modelos pedagógicos de modo que a produção de um curso, por exemplo, seja eficaz e apropriada sob o ponto de vista da aprendizagem.

Tarouco e col. [8] sintetizam as características específicas que um OA deve apresentar:

**Acessibilidade:** facilmente acessível via Internet;

**Atualizável:** através do uso de metadados (literalmente “dados de dados”) torna-se fácil fazer atualizações;

**Interoperabilidade:** capacidade de operar através de uma variedade de *hardware*, sistemas operacionais e buscadores.

**Granularidade:** Quanto mais granular for um OA maior será o seu grau de reutilização.

**Adaptabilidade:** adaptável a qualquer ambiente de ensino;

**Flexibilidade:** material criado para ser utilizado em múltiplos contextos, não sendo necessário ser reescrito para cada novo contexto;

**Reutilização/reusabilidade:** várias vezes reutilizável em diversos ambientes de aprendizagem;

**Durabilidade:** possibilidade de continuar a ser usado por longo período e, na medida do possível, independente da mudança da tecnologia.

Além destas características, destacamos também que os OA deveriam ter: conexão com o mundo real e incentivo à experimentação e observação de fenômenos; favorecer a interdisciplinaridade; oferecer alto grau de interatividade para o aluno; possibilitar múltiplas alternativas para soluções de problemas; ter combinação adequada e balanceada de textos, vídeos e imagens; apresentar retroalimentação e dicas que ajudem o aluno no processo de aprendizagem; estar identificados por área de conhecimento e nível de escolaridade; apresentar facilidades de uso, possibilitando acesso intuitivo por parte de professores e alunos não familiarizados com o manuseio do computador; apresentar fácil funcionamento e execução na Web para que de fato possam ser incorporados ao cotidiano do professor nos tempos atuais.

Apesar de potencialmente eficientes, a tarefa de produção dos OA constitui um desafio para os profissionais envolvidos em tecnologia educacional. Segundo a especialista Anna Christina Nascimento [9], “um equívoco comum é acreditar que alunos ou professores, por serem bastante competentes em determinada área disciplinar, também possuem habilidades para produzir ótimos objetos de aprendizagem [...] é importante a formação de uma equipe multidisciplinar, na qual alunos e professores especialistas em áreas de conhecimentos trabalhem colaborativamente com pedagogos, professores de informática, programadores e *web designers*”. Infelizmente, poucas equipes no Brasil têm se dedicado à criação de OA, mas há esforços neste sentido em algumas instituições e iniciativas isoladas como o [sítio \*http://objetosdeaprendizagem.ning.com/\*](http://objetosdeaprendizagem.ning.com/).

Enquanto não se atinge um bom nível de produção brasileira, o professor pode dispor de excelentes repositórios onde os

OA estão organizados e disponíveis na Web. Esses repositórios facilitam a busca, pois, além de reunirem muitos OA num mesmo endereço eletrônico, eles os catalogam a fim de aperfeiçoar o processo de busca. As informações sobre os OA são organizadas em metadados que são utilizados para armazenar informações sobre os OA disponíveis nos repositórios. As informações mais comuns sobre os OA são título, autores, colaboradores, tema, palavras-chave, versão, localização, licença e propriedade intelectual, entre outras. Muitos são os repositórios, mas pode-se destacar o MERLOT - *Multimedia Educational Resource for*

*Learning and Online Teaching* ([www.merlot.org](http://www.merlot.org)) e o já citado comPADRE na área de física. No Brasil, o BIOE - Banco Internacional de Objetos Educacionais (<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br>) foi criado em 2008 pelo MEC e MCT e ainda se encontra em processo de construção, mas já com uma quantidade significativa de OA. Nele estão disponíveis recursos digitais em diferentes formatos - áudio, vídeo, animação e simulação - relevantes e adequados à realidade da comunidade educacional.

Além desses repositórios, destacamos o PhET que possui inúmeras simulações computacionais de diferentes áreas e vem sendo muito utilizado por professores e alunos em todo o mundo.

### **PhET - Tecnologia Educacional em Física**

O PhET é um programa da Universidade do Colorado que pesquisa e desenvolve simulações na área de ensino de ciências (<http://phet.colorado.edu>) e as disponibiliza em seu portal para serem usadas on-line ou serem baixadas gratuitamente pelos usuários que podem ser alunos, professores ou mesmo curiosos. Nas simulações, o grupo procura conectar fenômenos diários com a ciência que está por trás deles, oferecendo aos alunos modelos fisicamente corretos de maneira acessível.

As simulações são apresentadas em várias seções: Simulações em destaque;

**Para tornar o conceito de OA mais acessível, criaram-se metáforas. Naquela do brinquedo LEGO, os OA seriam pequenos blocos de instrução que poderiam se juntar para formar estruturas instrucionais maiores e reutilizados em outras estruturas, assim construindo todo o contexto de aprendizagem**

**Espera-se que os OA estimulem o desenvolvimento das capacidades pessoais, como, por exemplo, imaginação e criatividade. Eles devem ter, dentre outras características, conexão com o mundo real e incentivo à experimentação e observação de fenômenos**

Novas simulações; Pesquisa de ponta; Simulações traduzidas em vários idiomas. Além dessas seções, as simulações também são agrupadas em seções específicas de cada área como física, química, ciências da terra e matemática. Todas as simulações são classificadas de acordo com o nível de ensino. Em física, as simulações são agrupadas em sete categorias: Movimento; Trabalho, Energia e Potência; Som e Ondas; Calor e Termodinâmica; Eletricidade, Magnetismo e Circuitos; Luz e Radiação; e Fenômenos Quânticos.

**As simulações podem servir como demonstrações em aulas expositivas. Nesse caso, a principal contribuição consiste em visualizar conceitos abstratos como fótons, elétrons, linhas de campo, etc**

Um aspecto que merece destaque trata da facilidade de acesso e a possibilidade de rodar a simulação em qualquer equipamento sem a necessidade de recursos altamente específicos. Todas as simulações podem ser usadas diretamente na página principal, mas também é permitido o *download*. Elas são geralmente desenvolvidas em *Flash* e, se o computador não tiver o *plug-in*, o usuário é direcionado a baixar e instalar o recurso na sua máquina de forma simples.

O grupo do PhET possui uma abordagem baseada em pesquisa, na qual as simulações são planejadas, desenvolvidas e avaliadas antes de serem publicadas no sítio. As entrevistas realizadas com diversos estudantes são fundamentais para o entendimento de como eles interagem com simulações e o que as torna efetivas educacionalmente.

A principal função da simulação consiste em ser uma efetiva ferramenta de aprendizagem, fortalecendo bons currículos e os esforços de bons professores. A finalidade de uso pedagógico da simulação pode ajudar a introduzir um novo tópico, construir conceitos ou competências, reforçar ideias ou fornecer reflexão e revisão final. O uso dessa ferramenta por professores pode ser bastante variado como o próprio grupo aponta: aulas expositivas, atividades em grupos na sala de aula, tarefas em casa ou no laboratório [10].

### **Estratégia 1 - aulas Expositivas**

As simulações podem servir como demonstrações em aulas expositivas. Nesse caso, a principal contribuição consiste em visualizar conceitos abstratos como fótons, elétrons, linhas de campo, etc. Além disso, algumas simulações permitem que gráficos sejam construídos em tempo real, à medida que o professor interage com elas. Recomenda-se que o professor proponha questões prévias com o objetivo de

trabalhar concepções alternativas do conteúdo em questão. Depois de terem sido apresentados à simulação, os alunos podem rever suas respostas das questões prévias e as conclusões podem ser apresentadas por meio de um registro da aula. Segundo o PhET, a principal vantagem em situações como a descrita anteriormente é percebida no decorrer das aulas, quando os alunos assumem uma atitude de construção de hipóteses e elaboração de teorias em conjunto com os seus pares e o professor.

### **Estratégia 2 - atividades em grupo**

Para melhor aproveitamento, recomenda-se que os alunos utilizem as simulações em duplas, diretamente na sala de aula. Embora isso seja possível em algumas escolas, sabemos que isso não é regra, pois a maioria das escolas não dispõe de sala de informática e quando dispõe não possui pessoas capacitadas ou autorizadas a operá-las. Entretanto, muitos alunos dispõem de computadores em casa e o acesso a *lan-houses* não é tão difícil.

A principal ideia nesse caso é submeter a dupla de alunos a um roteiro estruturado que lhes possibilite investigar os fenômenos explorando todo o potencial da simulação e todas as relações entre as variáveis do fenômeno. De acordo com o grupo do PhET, o objetivo desse roteiro é encorajar os alunos a explorar o comportamento da simulação, questionar suas ideias e desenvolver os correspondentes modelos mentais.

### **Estratégia 3 - lição de casa**

É uma estratégia em que o aluno pode visitar a simulação de forma livre ou a partir de um roteiro proposto pelo professor. Além disso, pode ser utilizada para introduzir um novo tópico, ou como um aprofundamento do conteúdo discutido em sala de aula oferecendo assim a oportunidade de que o aluno explore a simulação depois da aula presencial.

### **Estratégia 4 - laboratório**

A maioria das escolas brasileiras hoje não possui laboratórios adequados à realização de atividades experimentais, por diversas razões: equipamentos sofisticados e falta de pessoal técnico de apoio

(o professor tem que fazer tudo!). Ainda assim, a maioria dos professores destaca a importância da realização de atividades experimentais. Não é nosso objetivo aqui comparar diretamente as vantagens e desvantagens da simulação em relação à realização de atividades experimentais. É indiscutível a importância da realização de experimentos. No entanto, nas simulações é possível alterar muitas condições de contorno com facilidade, repetir diversas vezes o experimento, explorando diversas combinações de parâmetros, e “ver o invisível” (átomos, elétrons, fótons, campos) a partir das representações presentes nas simulações e que facilitam a interação entre professores e alunos.

Dorneles [1], em sua tese de doutorado sobre o uso de atividades experimentais e computacionais como recurso instrucional no ensino de física geral no nível superior, destaca a importância das ferramentas computacionais usadas em conjunto com atividades experimentais na aprendizagem dos alunos tanto em relação à compreensão dos conceitos físicos envolvidos quanto ao estabelecimento de relações entre teoria e experimento. Além disso, ficou evidente que quando os alunos trabalham inicialmente com o computador se mostram mais capazes para integrar teoria e experimento.

### **Um exemplo: simulação de circuitos elétricos**

A fim de ilustrar as análises feitas anteriormente, decidimos pela escolha de uma simulação específica do PhET: Circuitos de Corrente Contínua e Alternada disponível no BIOE (<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/9582>). Já na tela de abertura da simulação, identificamos uma “mesa” (lado esquerdo da imagem com fundo azul conforme indicado na Fig. 1) onde os circuitos podem ser montados de acordo com as necessidades do professor ou

da criatividade e espírito investigativo dos alunos. Na mesma figura identifica-se uma barra vertical que disponibiliza os elementos que podem ser inseridos no

circuito como fio, resistor, bateria, lâmpada, interruptor, gerador de voltagem alternada, capacitor e indutor. Depois de clicar e arrastar o elemento desejado para a mesa pode-se definir os atributos do objeto ao clicar com o botão direito sobre ele. Na bateria, por exemplo, é possível alterar a diferença de potencial ( $\Delta V$ ), de 0 a 100.000 V e a resistência interna de 0 a

**A principal função da simulação consiste em ser uma efetiva ferramenta de aprendizagem, fortalecendo bons currículos e os esforços de bons professores**

9  $\Omega$  deixando visíveis ou não esses valores durante a simulação. Na lâmpada e no resistor é possível alterar a resistência (de 0 a 100  $\Omega$ ), além de deixar o valor visível ou não, como na bateria. Além disso, a simulação possui um recurso denominado “miscelânea”, onde se encontram vários objetos de diferentes materiais. Esses objetos podem ser adicionados ao circuito com o objetivo de analisar o caráter isolante/condutor desses materiais. Outros comandos importantes aparecem na lateral direita:

1. Arquivo: simples funções de salvar (registra o circuito montado), carregar (recupera um circuito montado) e limpar (apaga todos os elementos inseridos na mesa);

2. Visual: possibilita trabalhar com elementos semelhantes ao mundo real (desenho natural) ou esquemáticos (diagrama) como aparecem nos livros didáticos;

3. Ferramentas: permite incluir voltímetro e dois tipos de amperímetros. O primeiro amperímetro deve ser adicionado ao circuito para realizar uma medida da corrente, enquanto que o outro precisa apenas ser posicionado sobre o fio para que seja possível ler a intensidade da corrente. Gráficos de corrente ou de tensão (ambos em função do tempo) podem ser inseridos a fim de acompanhar a evolução dessas grandezas em trechos específicos do circuito, pois os gráficos possuem terminais de contato como acontece no voltímetro.

4. Tamanho: auxilia no zoom de visualização do circuito.

5. Avançado: permite incluir a resistência elétrica dos fios numa escala de 0 a 100  $\Omega$ . Também possibilita exibir ou ocultar a representação dos elétrons livres no fio.

A Fig. 1 reproduz um circuito simples montado. Observa-se que, além das informações dos elementos do circuito como resistência da lâmpada, ddp e resistência interna da pilha, foram adicionados dois medidores: voltímetro (ligado nos terminais da lâmpada) e amperímetro (que mede a corrente que passa pelo fio sem a necessidade de abrir o circuito). Percebe-se também que a ddp da pilha é superior à ddp medida nos terminais da lâmpada. Isso acontece porque foi habilitada e selecionada a opção resistividade do fio que promove uma queda de potencial ao longo dos fios que alimentam o circuito.

Uma simulação como essa pode ser usada de forma combinada com a montagem de circuitos reais ou até mesmo substituí-los caso o professor não disponha dos materiais apropriados. Como são muitos os recursos é possível montar

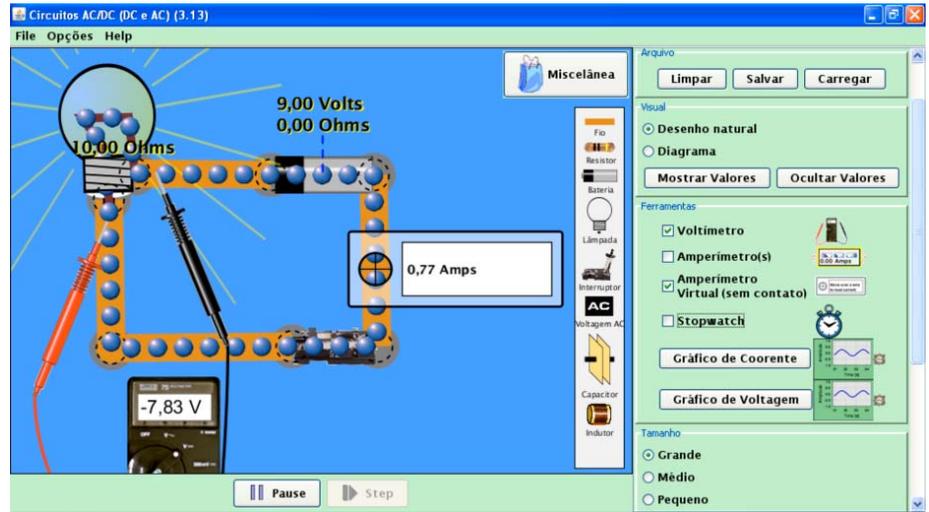


Figura 1 - Representação visual da simulação “Circuitos de Corrente Contínua e Alternada” (configuração: lâmpada de resistência 10  $\Omega$ ; bateria de ddp 9 V e resistência interna 0  $\Omega$ ).

diferentes circuitos a fim de compreender as relações entre as grandezas envolvidas em circuitos elétricos como corrente, diferença de potencial, resistência e potência elétrica. Como sugere Dorneles [1], solicitar aos alunos que façam previsões diante de uma situação experimental é fundamental para que eles estabeleçam relações entre os conceitos envolvidos no fenômeno. Como exemplo, sugerimos o circuito da Fig. 2 com uma questão inicial específica, depois de termos introduzidos os conceitos de resistência e potência elétrica ou mesmo como uma questão problematizadora no início do curso: Qual das lâmpadas brilha mais na montagem mostrada na Fig. 2? Explique os argumentos que o levaram a esta conclusão.

Além desta, muitas outras simulações interessantes poderão ser encontradas no portal do PhET ou no BIOE.

## Conclusões

Os objetos virtuais de aprendizagem, como as simulações interativas aqui discutidas, usados como recurso pedagógico prometem crescer rapidamente com o passar do tempo. A presente geração de alunos já está sendo formada em um ambiente totalmente permeado pela informática, de modo que essa tecnologia educacional tende a ser bem recebida. Tendo os OA disponíveis na Internet, os alunos podem continuar investigando um problema fora da sala de aula. Também no ensino a distância, os OA constituem ferramenta

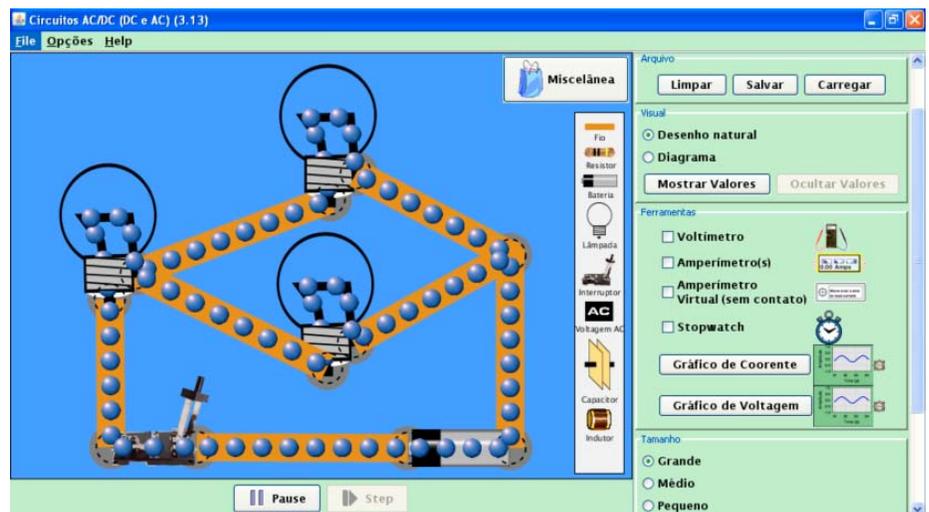


Figura 2 - Representação visual da simulação “Circuitos de Corrente Contínua e Alternada” (configuração: lâmpadas de resistência 10  $\Omega$ ; bateria de ddp 9 V e resistência interna 0  $\Omega$ ).

indispensável para uma aprendizagem autônoma.

Além das qualidades já citadas, os OA e, mais especificamente as simulações podem facilitar a identificação de concepções alternativas do conteúdo trabalhado. As simulações possuem ainda grande utilidade como organizadores prévios no contexto da teoria da aprendizagem significativa. As simulações possuem enorme potencial, mas não constituem uma panacéia, de modo que seja possível prescindir do papel essencial do professor como facilitador da aprendizagem e de outros recursos metodológicos tradicionais como experimentos reais, livro didático e resolução de problemas.

Em vista da rápida disseminação dos OA, é imprescindível realizar mais pesquisas sobre sua eficácia no contexto escolar: investigar como eles são usados e se,

de fato, contribuem para uma aprendizagem efetiva. No caso do uso de simulações interativas, Wieman aponta que “elas são muito poderosas, mas não necessariamente benéficas. Uma boa simulação pode levar a uma aprendizagem muito rápida e muito efetiva de assuntos difíceis. Contudo se existe algo numa simulação que o aluno interpreta diferentemente do que se pretendeu, eles podem aprender a ideia errada” [2]. Avaliações sistemáticas sobre o uso dos OA em sala de aula ainda são escassas no Brasil [11]. Por conta disso, nosso grupo está trabalhando nessa direção.

**Um alerta final:** OA não constituem uma panacéia para todos males do ensino de física. É necessário que o OA esteja em relação direta com o *objeto de ensino*, como salientou Masami Isoda, da Universidade de Tsukuba, Japão. Assim

como relacionados aos *recursos próprios do ser humano*, como a intuição, a experimentação, o senso comum, a comunicação, os estilos de aprendizagem, a habilidade de lidar com situações difíceis, o reposicionamento do papel do professor, o prazer (intelectual/estético/lúdico), como alertado por Abraham Arcavi, da Universidade Hebraica de Jerusalém e Instituto Weizmann de Ciências, em Israel, em palestras durante recente *workshop* na UFSCar [12].

## Agradecimentos

Este trabalho teve o apoio do CNPq. Alessandra Riposati Arantes é bolsista do Programa Nacional de Pós-Doutorado - PNPd da CAPES. Márcio Santos Miranda é aluno do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas da Universidade Federal de São Carlos.

## Referências

- [1] P.F.T. Dorneles, *Integração entre as Atividades Computacionais e Experimentais como Recurso Instrucional no Ensino de Eletromagnetismo em Física Geral*. Tese de Doutorado em Ciências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010; P.F.T. Dorneles, E.A. Veit e M.A. Moreira, in: *Anais do GIREP* (Cyprus, Nicosia, 2008).
- [2] C.E. Wieman, K.K. Perkins and W.K. Adams, *Am. J. Phys.* **76**, 393 (2008).
- [3] W. K. Adams, S. Reid, R. LeMaster, S.B. McKagan, K.K. Perkins, M. Dubson and C.E. Wieman, *Journal of Interactive Learning Research* **19**, 397 (2008); *ibidem* **19**, 551 (2008).
- [4] David A. Wiley, *The Instructional use of Learning Objects* (2000). Disponível em [www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc](http://www.reusability.org/read/chapters/wiley.doc). Tradução em português está disponível em <http://penta3.ufrgs.br/objetosaprendizagem/>.
- [5] S.S. Nash, *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects* **1**, 217 (2005).
- [6] Walter Spinelli, Disponível em [www.lapef.fe.usp.br/rived/textoscomplementares/textoImodulo5.pdf](http://www.lapef.fe.usp.br/rived/textoscomplementares/textoImodulo5.pdf).
- [7] W. Hodgins and M. Conner (2000). Disponível em [www.linezine.com/2.1/features/whewyewtkls.htm](http://www.linezine.com/2.1/features/whewyewtkls.htm).
- [8] Liane M.R. Tarouco, *et al.* Disponível em [www.cinted.ufrgs.br/renote/set2003/artigos\\_anitapdf](http://www.cinted.ufrgs.br/renote/set2003/artigos_anitapdf).
- [9] A.C.A. Nascimento, in *Objetos de Aprendizagem: Uma Proposta de Recurso Pedagógico*, organizado por Carmem Lúcia Prata e Anna Christina de Azevedo Nascimento (MEC-SEED, Brasília, 2007).
- [10] C.E. Wieman, W. Adams, P. Loeblein and K.K. Perkins, *The Physics Teacher* **48**, 225 (2010).
- [11] R. Tavares, G.L. Rodrigues, M. Andrade, J.N. dos Santos, L. Cabral, H.P. Cruz, B. Monteiro, T. Gouveia e K. Picado, in Ref. [9].
- [12] Masami Isoda e Abraham Arcavi, palestras a convite durante o I Workshop Internacional sobre Objetos de Aprendizagem no Ensino de Ciências e Matemática. São Carlos, julho de 2010.



## Professor, associe-se à SBF

A Sociedade Brasileira de Física foi criada durante a XVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência ocorrida em Blumenau, Santa Catarina, no dia 14 de julho de 1966. Os participantes desta Assembléia, dentre os quais pesquisadores, professores de segundo grau e estudantes de física, foram convocados para a mesma através de carta individual enviada a todos os sócios do setor de física da SBPC. Desde então a SBF vem aglutinando a comunidade de físicos no país, promovendo encontros em diversas áreas e desempenhando relevante papel na educação para a ciência no Brasil em todos os níveis.

Professor de ciências, venha você também fazer parte dessa comunidade que há mais de 40 anos o apoia e trabalha por você. Associe-se à SBF.