

**EXPERIMENTOS VIRTUAIS DE FÍSICA NAS AULAS DA DISCIPLINA INFORMÁTICA EDUCACIONAL MINISTRADA A ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL EM UMA ESCOLA DE TEMPO INTEGRAL DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO (SP).** Eloi Feitosa (IBILCE/UNESP); Rosemara Perpetua Lopes (FCT/UNESP); Simone Taino (ETI CARDEAL LEME/SJRP). Eixo temático: Tecnologias de Informação e Comunicação - TIC no Processo de Ensinar e Aprender e na Formação Docente.

## **1 Introdução**

Neste trabalho, apresentamos um relato de experiência. Trata-se de uma atividade prática desenvolvida em uma Escola de Tempo Integral (ETI), na cidade de São José do Rio Preto (SP), por um grupo interdisciplinar composto atualmente por estudantes de graduação dos cursos de Física Biológica, Matemática, Ciências Biológicas e Ciências da Computação; por uma colaboradora formada em Pedagogia e mestranda em Educação; pelo coordenador, professor do Departamento de Física de uma universidade pública do interior paulista.

A experiência didática relatada neste trabalho teve como objetivo verificar a preferência dos alunos por *softwares* educacionais, ao mesmo tempo em que ofereceu aos alunos e ao professor uma estratégia diferenciada para abordar conteúdos disciplinares de um modo interdisciplinar, utilizando Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Tal experiência é parte de um trabalho mais amplo desenvolvido há alguns anos dentro e fora da universidade, voltado à melhoria da qualidade da educação oferecida pela escola pública. Por meio desse trabalho mais amplo, temos fortalecido a formação inicial e promovido, sempre que possível, a formação continuada de professores, embora concentremos nossos esforços nas aprendizagens necessárias ao cidadão que frequenta hoje a escola básica.

Neste trabalho, o relato da referida experiência dar-se-á pela apresentação inicial do embasamento teórico que a orientou, seguido do desenvolvimento e resultados da mesma.

## **2 Justificativa teórica**

A proposta didática em questão vem sendo concretizada há dois anos

em escolas de educação básica da rede pública. Consiste, basicamente, na montagem de material didático com simulações computacionais disponíveis gratuitamente na Internet. Em seu conjunto, o material didático produzido engloba textos sobre conteúdos específicos de Física, de Matemática ou de Ciências, contextualizados, estes, historicamente e no cotidiano do aluno. Buscamos, assim, aproximar o aluno do conhecimento a ser aprendido, por meio da valorização daquilo que lhe interessa e daquilo que lhe é significativo (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

O material acima referido é preparado em função das dificuldades de aprendizagem dos alunos do ensino fundamental e médio, subsidia atividades desenvolvidas nas escolas por professores com os quais mantemos contato regular, esclarecendo dúvidas, orientando sobre procedimentos, avaliando e planejando atividades a partir de relatórios periodicamente enviados pelos mesmos.

### *2.1 A aprendizagem significativa segundo Ausubel e a educação escolar*

Considerando que a atividade adiante relatada tem como fundamento a teoria de Ausubel, apresentaremos brevemente e em linha gerais em consiste tal teoria. De acordo com Moreira (1985), a teoria ausubeliana pressupõe que novas idéias e informações podem ser aprendidas na medida em que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e sirvam de ancoradouro a novas idéias e conceitos. Desse ponto de vista, o principal objetivo do ensino é criar condições para que o aluno adquira um conhecimento claro, estável e organizado, conhecimento que, uma vez adquirido, passa a ser o principal fator a influenciar a aquisição de novos conhecimentos na mesma área.

A aprendizagem significativa prevista por Ausubel é um processo pelo qual uma nova informação ancora-se em conceitos relevantes, gerais e inclusivos, ditos “subsunoçores” preexistentes na estrutura cognitiva do aluno. Esses conceitos “ancoram” ou subsidiam a assimilação de novos conceitos ou informações, sendo modificados num processo que prevê: aprendizagem superordenada (exemplo: o conceito de mamífero: à medida que este conceito é desenvolvido, outros conceitos previamente aprendidos, como os conceitos de cão, gato, leão etc., tornam-se subordinados), diferenciação progressiva (elaboração/modificação constante de conceitos subsunoçores) e

reconciliação integrativa (recombinação de elementos preexistentes na estrutura cognitiva).

Agregado ao conceito de aprendizagem significativa está o conceito de “aprendizagem mecânica”, entendida como aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma relação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, necessária quando um indivíduo adquire informação numa área de conhecimento nova para ele.

Facilitar a aquisição de “conteúdo cognitivo” é uma preocupação central da teoria ausubeliana. Para a organização do ensino, tal teoria prevê uma primeira etapa com identificação de conceitos básicos da matéria e modos de estruturação dos conceitos, sendo o desenvolvimento dos mesmos facilitado pela introdução de elementos mais gerais e inclusivos inicial e posteriormente. Em outras palavras, trata-se de apresentar, desde o início, idéias gerais da matéria de ensino e diferenciá-las progressivamente, de modo que as idéias menos gerais e inclusivas sejam aprendidas significativamente e as mais gerais adquiram clareza e estabilidade.

Dessa forma, a teoria ausubeliana está voltada à clareza e à estabilidade da estrutura cognitiva. Em termos de ensino, Moreira (1985) destaca a “habilidade em apresentar e explicar a estrutura conceitual do conteúdo de maneira clara e precisa, em um nível adequado à estrutura cognitiva do aluno, manipulando de maneira eficaz as variáveis que afetam a aprendizagem” (1985, p. 142), adotando-se como preocupação central modos de facilitar a aprendizagem significativa e por meta o crescimento cognitivo do aluno, observando que a disposição para aprender é uma das condições desse tipo de aprendizagem.

Conforme evidencia o exposto, a teoria da aprendizagem significativa contribui para pensar novas estratégias de ensino-aprendizagem, especialmente nos casos em que a linguagem da ciência a aprender desafia alunos e professores, a exemplo do que se verifica em Física (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003) e em Matemática (TEIXEIRA, 2004).

## *2.2 Aprender Física é difícil?*

Primeiramente é preciso entender o que diferencia a Física das outras ciências. A Física tem uma linguagem própria para representar a realidade. Esta linguagem é composta por símbolos, códigos e termos específicos, que

se traduzem em fórmulas, por meio das quais se expressam relações entre grandezas. A Física utiliza medidas e dados, desenvolvendo uma maneira própria de lidar com os mesmos, por meio de tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Trata-se, pois, de uma ciência cuja aprendizagem requer experimentação e conhecimento matemático (BRASIL, 2002). A falta destes, assim como os “conhecimentos intuitivos” (FIOLHAIS; TRINDADE, 1999) dos alunos, contribuiu para a ocorrência de dificuldades de aprendizagem.

Em Física, tradicionalmente são ensinados conteúdos de Mecânica, Termologia, Ótica e Eletromagnetismo. Na abordagem desses e de outros conteúdos, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM (2002) orientam que seja evitado o ensino desarticulado da realidade vivida por alunos e professores. Orientam também a não priorizar teoria e abstração em detrimento de um desenvolvimento gradual desta última ou enfatizar a utilização de fórmulas, propondo exercícios repetitivos que pressupõem um aprendizado por memorização de conteúdo, apresentando o conhecimento como um produto acabado, com a pretensão de ensinar uma extensa lista de conhecimentos que impede o aprofundamento e o diálogo construtivo.

Partindo dessas orientações, propõem a construção do conhecimento por meio da aquisição de competências, tais como: compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos; utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas; expressar-se corretamente utilizando a linguagem física, identificar regularidades; conhecer e utilizar conceitos físicos; compreender e utilizar leis e teorias físicas, entre outras (BRASIL, 2002).

Sobre este assunto, a Proposta Curricular do Estado de São Paulo para o ensino de Física (2008) destaca que a simples memorização de fórmulas ou a repetição de procedimentos em situações artificiais e abstratas vem cedendo lugar à consciência de que “é preciso dar um significado ao que é ensinado nas aulas de Física, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média” (2008, p. 43).

Conforme dito acima, há matemática na física. Segundo Teixeira (2004), o conhecimento matemático é muito dependente de uma linguagem sintética, formal e universal, de modo que “a aprendizagem de conceitos matemáticos

é de natureza lógico-matemática e não empírica” (2004, p. 05). A evolução do pensamento matemático depende da passagem de representações analógicas e intuitivas para representações analíticas que utilizam códigos mais abstratos e menos intuitivos. Neste processo, o componente lógico-verbal é condição necessária, embora não suficiente, para a aprendizagem matemática.

O processo de aprendizagem de Física pode comportar também o aspecto apontado por Pozo e Crespo (1998), relativo à resolução de problemas. Diferenciando problemas escolares de problemas científicos e problemas cotidianos e partindo do pressuposto de que a função dos problemas escolares é promover a reflexão e a tomada de consciência dos alunos sobre os próprios conhecimentos, os autores esclarecem que há problemas escolares do tipo qualitativos (resolvidos por meio de raciocínio teórico), quantitativos (manipulação de dados numéricos) e pequenas pesquisas (aproximação simplificada do trabalho científico), argumentando em prol deste último.

Mas as estratégias de aprendizagem em Física não se resumem à resolução de problemas, algo fortemente presente em Matemática. Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), como computador e Internet, colocam-se como ferramentas potencialmente utilizáveis no processo de ensino-aprendizagem escolar, permitindo a utilização de experimentos virtuais disponíveis na *web*.

### *2.3 Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na aprendizagem escolar*

Na sociedade atual, crianças e jovens pensam, sentem e agem de modo diferenciado; querem o novo, o moderno, o eletrônico, o digital; vivem a “cultura da virtualidade real” (CASTELLS, 1999). Segundo Belloni (1999), a presença marcante das TIC no cotidiano de crianças e jovens justifica o uso das mesmas na educação formal. Além disso, cabe à escola formar o cidadão apto a utilizar as novas linguagens (KUENZER, 2001), tendo em vista que “discutir criticamente o que é veiculado pelos meios de comunicação de massa é um elemento essencial da educação para a cidadania” (DI GIORGI, 2004, p. 148).

As mudanças previstas para a escola recaem sobre a prática dos professores, gerando a necessidade de se repensar os objetivos de um ensino que, segundo Leite e Di Giorgi (2004, p. 139), não deve mais priorizar a “simples transmissão de informações, a difusão de conhecimentos dados, de inovações tecnológicas, nem a socialização do saber sistematizado, pois isso tudo é feito com mais agilidade e eficiência pelo jornal, pelo rádio, pela televisão, pelo cinema e pela internet”.

Apontando a existência de novas demandas sociais para a escola, demandas que exigem a formação de cidadãos preparados para conviver na sociedade do conhecimento e da tecnologia, e sugerindo refletir sobre como a humanidade tem se apropriado das inovações e se os benefícios das mesmas se estendem a todas as camadas da população, Gomes (2002) aponta algumas modalidades de uso da informática na educação e possibilidades de uso das TIC em ambientes de ensino-aprendizagem.

As modalidades propostas pela autora são: *programação ativa* - que possibilita ao aluno propor e resolver um projeto de seu interesse (ex. linguagem LOGO); *robótica pedagógica* - que implica na construção de artefatos concretos, manipuláveis, controlados por programas de computador com a utilização dos mesmos princípios da robótica industrial (ex. Lego-Logo); *sistemas de autoria* - que podem ser utilizados para a construção de um material instrucional e para a programação de jogos, *homepages*, jornais virtuais etc. (ex. *softwares* Visual Class e Illuminatus); *ambientes telemáticos* - que permitem a interação entre usuários situados em diferentes espaços geográficos e temporais; *modelagem e simulações* - programas computacionais que permitem ao aluno simular situações reais ou hipotéticas para estudar/analisar fenômenos (ex. experimento químico ou físico); *resolução de problemas* (ex. linguagem LOGO, Modellus etc.).

Além dessas modalidades, outros aplicativos e utilitários podem ser utilizados, desde que a sua aplicação não se restrinja a um fim em si mesmo. Nesse sentido, Gomes (2002) lembra que a escolha das modalidades explicita concepções teóricas e metodológicas dos professores sobre educação e processos de ensino-aprendizagem.

Em face de tais pressupostos, apresentamos, neste trabalho, o relato de uma experiência com a utilização de simulações computacionais em contexto de ensino.

### 3 Desenvolvimento e resultados de uma experiência didática com TIC

A experiência ou atividade didática relatada neste trabalho é parte de uma proposta pedagógica maior desenvolvida há alguns anos. Foi realizada em agosto de 2008, em uma escola pública localizada na região central de São José do Rio Preto (SP). Trata-se de uma Escola de Tempo Integral (ETI), como dito inicialmente. Participaram diretamente da referida atividade a professora da Disciplina Informática Educacional, um dos membros do grupo interdisciplinar universitário anteriormente mencionado e alunos de sétima e oitava séries<sup>1</sup>, sendo a atividade realizada na Sala de Ambiente de Informática (SAI) da escola.

Para realizá-la, utilizamos material interativo em módulos temáticos. O primeiro e único módulo de que trata este relato continha experimentos sobre *circuito elétrico simples*. Trata-se de simulações virtuais disponíveis gratuitamente na Internet, um deles pelo Grupo *Physics Education Technology*, da *University of Colorado*<sup>2</sup>. Como dito inicialmente, nosso objetivo “nesta atividade”<sup>3</sup> era verificar a preferência dos alunos por *softwares* educacionais, oferecendo-lhes, e ao seu professor, uma estratégia diferenciada de aprendizagem pelo uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

Durante o desenvolvimento da atividade, os alunos da primeira turma demonstraram interesse pela experimentação *on-line* do circuito, mas também por navegar livremente pela Internet. Trata-se de alunos que passam o dia todo na escola e aguardam ansiosamente pela aula de Informática Educacional para poderem acessar *sites* de relacionamento pessoal, comunidades virtuais do tipo *Orkut*<sup>4</sup>, comunicar-se com outras pessoas pelo *MSN Messenger*<sup>5</sup> etc., segundo informou a professora da disciplina. Em vista disso, para que não se desinteressassem pelo experimento virtual que, afinal, tem finalidade educativa, foram lançados alguns desafios orais, com o objetivo de contribuir para a interação do aluno com o *software*.

No que diz respeito à interação aluno-*software*, Valente (1999) esclarece que, na educação, são utilizados *softwares* do tipo tutoriais, de programação, processador de texto, multimídia e para a construção de multimídia, simulações, modelagens e jogos. Tais *softwares* são classificados em termos da construção do conhecimento e do papel do professor nesse

processo. No caso das simulações virtuais de que trata este trabalho, torna-se necessário “criar condições para que o aprendiz se envolva com o fenômeno” (VALENTE, 1999, p. 103).

Quanto à interação propriamente dita, Dias e Chaves Filho (2003, p. 37) consideram que ela consiste basicamente na “relação de atos entre dois agentes e da produção de ‘normas de funcionamento’ que facilitem a observação e a coesão”. Relacionando *interação* à física clássica<sup>6</sup>, os autores propõem a *interatividade*. Relacionada à física quântica<sup>7</sup>, a interatividade comporta a idéia de “fluxo, não-linearidade, descontinuidade e indeterminismo” (DIAS; CHAVES FILHO, 2003, p. 38).

Dados esses esclarecimentos, na Sala Ambiente de Informática, a interação entre os participantes contemplou a abordagem de alguns conceitos, tais como: corrente elétrica, tensão, polaridades e resistência num circuito<sup>8</sup>. Motivado por tal abordagem, um aluno perguntou: “professor, isso tem a ver com o trovão?” Foi explicado ao aluno que o trovão é um fenômeno físico relacionado a ondas sonoras, originadas do choque entre nuvens, e que os circuitos elétricos estão mais relacionados aos raios em dias de chuva, que são descargas elétricas (elétrons em movimento) entre a Terra e núvens carregadas, como se a Terra e as núvens funcionassem como uma grande bateria que geram eletricidade ou corrente elétrica, na forma de descarga elétrica, por meio do ar atmosférico.

Aos alunos da primeira turma seguiram-se os da segunda, que também se mostraram interessados em acessar a Internet para fins de entretenimento. Na SAI, embora visualizando na tela do computador a simulação de um fenômeno físico, os alunos “fechavam” as janelas na qual se encontrava a simulação e acessavam *sites* de relacionamento pessoal. Apenas alguns alunos manusearam os experimentos com interesse. Num dado momento, houve questionamentos sobre o conceito matemático de proporcionalidade, o que, de certa forma, motivou os alunos a analisarem um dos experimentos, para averiguarem a relação de proporcionalidade existente. Tal evento permitiu esclarecer que duas grandezas físicas proporcionais - verificadas, por exemplo, na Lei de Ohm:  $V = RI$  -, variam à mesma taxa; no caso da eletricidade, se a corrente elétrica  $I$  aumenta por meio do resistor  $R$ , a diferença de potencial  $V$  no resistor também aumenta, de modo que  $V/I = R$  se mantém constante.

Prosseguindo, os alunos da terceira turma mostraram-se insatisfeitos quando a professora anunciou que a atividade do dia na aula de Informática Educacional não seria “livre”. Em face de tais acontecimentos, não houve condições para avaliar qual dos experimentos foi mais interessante aos alunos. Com os alunos da turma seguinte (quarta turma) o desinteresse pela utilização do computador para fins educativos se manteve. Quanto à última turma, os alunos sequer entraram na sala, ao serem informados de que a aula não seria livre, ou seja, que não navegariam livremente pela Internet. Os que entraram na sala acessaram *sites* de escolha pessoal, desvinculados da educação.

Analisando o trabalho realizado junto às turmas, concluímos que, nas aulas dadas na SAI, é preciso acompanhar os alunos bem de perto para que se mantenham atentos à atividade proposta (no caso, atividade com simulações virtuais), lançando mão de mecanismos que os motivem a utilizar computador e Internet “para fins educativos”, como ocorreu, por exemplo, na situação que envolveu o conceito de proporcionalidade ou a relação entre experimentos elétricos, trovão e raio (acima mencionada). De outro modo, desinteressados, os alunos ou navegam livremente pela *Internet* em busca de diversão ou sequer participam da aula.

Para entender o ocorrido, recorreremos à Costa (2008). O autor, ao abordar as TIC na perspectiva da cultura intra-escolar, apresenta a idéia de que a utilização dessas na escola implica uma ruptura com a cultura profissional tradicional, uma cultura que limita as chances de integração das TIC na escola. Remetendo este aspecto ao ocorrido durante o desenvolvimento de experimentos virtuais na aula de Informática Educacional, poderíamos pressupor que também esses alunos necessitam de uma *nova cultura em sua relação com o computador e a Internet*. Ao final da atividade didática, constatamos que nem mesmo a novidade dos experimentos virtuais foi suficiente para dissociar a Internet do lazer já arraigado na rotina dos alunos.

Neste trabalho, foi dito que o interesse e a familiaridade de crianças e jovens com as TIC são aspectos que podem favorecer a educação escolar (BELLONI, 1999). Entretanto, é preciso mudar o foco: do entretenimento para o educacional. Os alunos devem aprender a enxergar a Internet também como instrumento que facilita a sua vida escolar e não apenas como meio de

diversão e lazer.

A dificuldade de utilização do computador e da Internet para fins educacionais durante a aula de Informática Educacional levou a professora a considerar a possibilidade de os alunos “assistirem” aos experimentos por meio de um multimídia. Entretanto, esta possibilidade foi prontamente recusada pelo grupo, que pressupunha alunos ativos e não passivos ou expectadores de uma aula expositiva animada por imagens, movimentos e cores, algo semelhante ao que Valente (1999) chama de “virtualização do ensino” ou ensino transmissivo animado por computador.

Experiência análoga com resultados similares foi realizada também com animações de outros temas da Física, como espelhos, estudados em ótica.

#### **4 Considerações finais**

Os resultados da atividade didática acima relatada evidenciaram as dificuldades em tornar os alunos interessados nas atividades de ensino desenvolvidas na Sala Ambiente de Informática. Por conta dessas dificuldades, a verificação acerca da preferência dos alunos pelos *softwares* utilizados foi postergada, levando a concluir que, em situações análogas, é preciso desenvolver estratégias que mantenham os alunos atentos a atividades que envolvam o uso da Internet na SAI, caso contrário, tornam-se desinteressados e, dispersos, navegam livremente pela *Internet* em busca de diversão. Perde-se, assim, a oportunidade de formar o cidadão atualmente imerso no “ecossistema comunicativo da contemporaneidade” (BACCEGA, 2005).

Finalizando, ressaltamos que, neste trabalho, não tivemos a pretensão de esgotar o assunto colocado a partir da experiência didática relatada, mas sim de alertar para aspectos que podem limitar, senão inibir, as chances de integração das TIC na educação escolar. Em vista do exposto, propomos refletir sobre a função de disciplinas como Informática Educacional nas escolas públicas da educação básica; a relação que os alunos mantêm com computador, Internet e *softwares* educativos em ambientes educacionais; o espaço ocupado pelas TIC na escola, local no qual ainda estão restritas a uma única sala, a de Informática, e a atividades eventuais e não diárias.

## Referências

- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. 2ª edição. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- BACCEGA, M. A. Tecnologia e construção da cidadania. *Comunicação & Educação*, São Paulo, v. 27, p. 7-14, mai./ago. 2003.
- BELLONI, M. L. *Educação a distância*. Campinas, SP: Autores Associados, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília: MEC, 2002.
- CASTELLS, M. *A sociedade em rede – volume 1*. 4ª. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.
- COSTA, G. L. M. Mudanças da cultura docente em um contexto de trabalho colaborativo mediado pelas tecnologias de informação e comunicação. *Revista Perspectivas em Ciência da Informação*, v. 13, n. 1, p. 152-165, jan./abr. 2008.
- DIAS, A. A. C.; CHAVES FILHO, H. A gênese sócio-histórica da idéia de interação e interatividade. In: SANTOS, G. L. (Org.). *Tecnologias na educação e formação de professores*. Brasília: Plano Editora, 2003, p. 31-48.
- DI GIORGI, C. *Uma outra escola é possível!* Uma análise radical da inserção social e da democracia na escola do mundo globalizado. Campinas: ALB & Mercado de Letras, 2004.
- FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 3, p. 259-272, set., 2003.
- FIOLHAIS, C.; TRINDADE J. A Física no ensino na Arte e na Engenharia. COLÓQUIO DE FÍSICA DO INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR, 1, Tomar, 1999.
- GOMES, N. G. Computador na escola: novas tecnologias e inovações educacionais. In: BELLONI, M. L. (Org.). *A formação na sociedade do espetáculo*. São Paulo: Loyola, 2002, p. 119-134.
- KUENZER, A. Z. Educação, linguagens e tecnologias: as mudanças no mundo do trabalho e as relações entre conhecimento e método. In: CANDAU, V. M. (Org.). *Cultura, linguagem e subjetividade no ensinar e aprender*. 2ª. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2001, p. 134-160.
- LEITE, Y. U. F.; DI GIORGI, C. A. G. Saberes docentes de um novo tipo na formação profissional do professor: alguns apontamentos. *Revista do Centro de Educação*, Santa Maria, v. 7, n. 2, p. 135-145, 2004.
- MOREIRA, M. A. A teoria de aprendizagem de David Ausubel. In: MOREIRA,

M. A. et al. *Aprendizagem: perspectivas teóricas*. Porto Alegre: Ed. da Universidade, 1985, p. 127-143.

POZO J. I.; CRESPO, M. A. G. A solução de problemas nas Ciências da Natureza. In: POZO, J. I. (Org.). *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: ArtMed, 1998, p. 67-102.

SÃO PAULO. Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Física. São Paulo: SEE, 2008.

TEIXEIRA, L. R. M. Dificuldades e erros na aprendizagem da Matemática. Encontro Paulista de Educação Matemática, 7, São Paulo, 2004.

VALENTE, J. A. Análise dos diferentes tipos de software usados na educação. In: VALENTE, J. A. (Org.). *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999, p. 89-110.

### **Agradecimentos**

À Pró-Reitoria de Graduação, à Pró-Reitoria de Extensão Universitária e à Vice-Reitoria da UNESP nossos sinceros agradecimentos pelo apoio e incentivo.

---

<sup>1</sup> A escola adota a nomenclatura “série” e não “ano” para os anos de escolaridade.

<sup>2</sup> Conferir <http://phet.colorado.edu/index.php>. Acesso em: 15 mai. 2009.

<sup>3</sup> Ressaltamos que se trata do objetivo desta atividade somente e, nesta condição, pode aparentar caráter parcial e restrito, se comparado à proposta pedagógica maior do grupo respaldada, esta, na teoria ausubeliana.

<sup>4</sup> *Orkut* é uma rede social pela qual se cria e mantém amizades e relacionamentos. Para saber mais a respeito, conferir: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Orkut>. Acesso em: 15 mai. 2009.

<sup>5</sup> Programa de mensagens instantâneas que permite conversar *on-line* e em tempo real utilizando um navegador da *web*. Para outras informações, acessar: [http://pt.wikipedia.org/wiki/MSN\\_Messenger](http://pt.wikipedia.org/wiki/MSN_Messenger). Acesso em: 15 mai. 2009.

<sup>6</sup> O paradigma da física clássica corresponde à mecânica newtoniana surgida no século XVII com Isaac Newton.

<sup>7</sup> O paradigma da física quântica está relacionado ao princípio da incerteza de Heisenberg e à lei da relatividade de Einstein.

<sup>8</sup> Confira a definição de corrente elétrica, tensão, polaridade e resistência em: [www.ceee.com.br](http://www.ceee.com.br) - [Eletricidade para Estudantes - Teoria](http://www.ceee.com.br). Visite também: [http://www.feiradeciencias.com.br/sala15/15\\_01.asp](http://www.feiradeciencias.com.br/sala15/15_01.asp). Acesso em: 16 mai. 2009.