

CAPACITAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA DA REDE PÚBLICA PARA REALIZAR SITUAÇÕES DE APRENDIZAGEM DA PROPOSTA CURRICULAR DO ESTADO DE SÃO PAULO USANDO EXPERIMENTOS VIRTUAIS. Rosemara Perpetua Lopes – Faculdade de Ciências e Tecnologia, FCT/UNESP, Campus de Presidente Prudente; Eloi Feitosa – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, IBILCE/UNESP, Campus de São José do Rio Preto.

Eixo 10: Tecnologias de Informação e Comunicação – TIC no processo de ensinar e aprender e na formação docente.

1 Introdução

Partindo do pressuposto de que integrando o computador e a Internet à sua prática o professor pode ampliar as chances de aprendizagem do aluno em Física e ao mesmo tempo promover a inclusão digital, elaboramos o curso “Física Digital”, focalizado neste trabalho. O curso não teve formato tradicional - teoria seguida de aplicação - ou técnico. Sua estrutura e organização foram concebidas com base na idéia de construção do conhecimento pelo aluno e de uso do computador como ferramenta facilitadora da aprendizagem (VALENTE, 1999). Foi formulado para capacitação de professores de Física que atuam na rede pública, com o propósito de motivá-los a integrar o computador à sua prática escolar cotidiana, gradualmente.

Resultados desse curso são aqui apresentados. Iniciamos pelos objetivos do mesmo. Em seguida, passamos ao referencial teórico, no qual explicitamos pressupostos sobre ensino de Física, tecnologias no ensino e formação de professores para uso de tecnologias. Prosseguimos com a explanação da metodologia, campo que contempla o perfil dos professores inscritos. Após, discutimos alguns resultados, sob a ótica da relação que o professor em exercício estabelece não propriamente com as tecnologias, mas com novos recursos que sugerem mudança em sua prática. Finalizamos com considerações acerca do exposto.

2 Objetivos

2.1 Objetivo geral

Contribuir para a melhoria do ensino de Física, maximizando as chances de aprendizagem do aluno nessa área do conhecimento.

2.2 Objetivos específicos

Capacitar professores de Física da rede pública para uso de experimentos virtuais em contextos de aprendizagem.

Possibilitar ao professor de Física em exercício usar o ambiente virtual para realizar situações de aprendizagem sugeridas na Proposta Curricular do Estado de São Paulo¹.

3 Referencial teórico

3.1 Ensino de Física

Ensinar e aprender Física na escola básica e na universidade não parece ser uma tarefa fácil para alunos e professores. A experiência de sala de aula relatada pelos professores em serviço fornece indícios de que o aluno que não compreende Física não gosta dela. Segundo Medeiros e Medeiros (2002), alguns estudantes sentem-se entediados, chegando a odiar a Física.

Do ponto de vista da teoria ausubeliana (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980), que fundamenta as atividades práticas apresentadas neste trabalho, aprendizagem é um processo pelo qual uma nova informação se “ancora” em conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aluno, chamados “conceitos subsunçores”. Nessa perspectiva, a disposição do aluno para aprender é fundamental.

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel sugere considerar as relações entre o conhecimento que o aluno traz consigo do cotidiano (intuitivo ou do senso comum) e o conhecimento (científico) que o professor busca ensinar, relações que podem ser estabelecidas em situações práticas, dado que a Física é uma ciência experimental. Entretanto, conforme observam Lopes et al (2009), nas instituições escolares da rede pública, as condições para a realização de práticas experimentais em laboratórios didáticos são precárias ou inexistentes, justificando o uso de tecnologias digitais, tais como experimentos virtuais, sendo este o assunto abordado a seguir.

3.2 Tecnologias no ensino

Acima, foi mencionada a falta ou precariedade de laboratórios didáticos na escola pública para realizar práticas experimentais de Física. Há casos em que a escola até tem laboratório, mas evita que seja utilizado, na intenção de preservá-lo, ou não tem pessoal capacitado para uso e manutenção do mesmo. Assim configurada, a realidade da escola não favorece a realização das situações práticas sugeridas nos cadernos do professor e do aluno da Proposta Curricular do Estado de São Paulo (BRASIL, 2008).

Não raro, as situações de aprendizagem sugeridas nos cadernos dessa Proposta tornam-se inexecutáveis por motivos como a falta de material para práticas experimentais sugeridas. A este respeito, Lopes et al (2009) relatam um episódio vivido junto a uma escola pública localizada na zona rural de Barretos (SP), em que a professora de Física buscou apoio para realizar o experimento de um circuito elétrico simples com seus alunos do Ensino Médio. A busca por apoio era justificada por três motivos: primeiro, os alunos não podiam comprar o material, segundo, um dos materiais necessários para a montagem do circuito não estava à venda nas lojas, e terceiro, a professora, licenciada em Matemática, não se sentia segura para realizar o experimento. Com o apoio da universidade, a prática foi realizada na escola, nos ambientes presencial e virtual.

Juntamente com Valente (1993, 1999), entendemos que o computador pode contribuir no processo de construção do conhecimento pelo aluno. Ao tratar de experimentos virtuais, convém ressaltar que se trata de simulações de fenômenos físicos, não do fenômeno de fato, como explica Valente (1999). Portanto, requerem a atenção e o preparo do professor para esclarecer os alunos nos casos de simplificações do fenômeno observado ou distorções conceituais. Tome-se como exemplo o já mencionado experimento virtual de um circuito elétrico simples. Montado o circuito, na tela do computador, o aluno visualiza os elétrons em forma de “bolinhas” que se movimentam e, conseqüentemente, a corrente elétrica, cujo sentido é contrário ao do movimento dos elétrons. Neste caso, o professor deve, primeiramente, informar que se trata de uma “representação” dos elétrons, depois esclarecer qual o sentido real do movimento dos elétrons, quando este não coincidir com o observado na tela.

Tais ocorrências indicam que é preciso preparo para usar tecnologias com finalidade pedagógica, como veremos no tópico a seguir.

3.3 Formação de professores para uso de tecnologias

Para usar as novas tecnologias², o professor que atua na Educação Básica necessita ter conhecimentos, tais como conhecimento do conteúdo específico, conhecimento pedagógico geral e conhecimento pedagógico do conteúdo, conforme previsto por Shulman (1986). No caso da Física, esses três tipos de conhecimento implicam em: domínio do conteúdo de ensino, habilidade para realizar práticas experimentais, noções de Informática e de manejo do aplicativo ou *software* escolhido, tudo isso situado em um contexto repleto de idiosincrasias, próprias do campo de atuação do professor.

Na licenciatura, o futuro professor deve ter uma formação condizente com aquilo que o aguarda em seu campo de atuação, segundo consta no Parecer do Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno, CNE/CP 9/2001 (BRASIL, 2001). Na escola, aguardam pelo futuro professor alunos da geração digital, que cada dia mais se entediam com as tradicionais aulas expositivas, e salas de Informática, que o professor evita e não vê como extensão da sala de aula.

A esse respeito, a literatura educacional, ao mesmo tempo em que aponta o potencial das tecnologias para o ensino presencial (VALENTE, 1993, 1999; FEITOSA; LOPES, 2010), evidencia que os cursos de licenciatura ainda não formam o professor para usar tecnologias nos contextos de ensino da Educação Básica (FÜRKOTTER; MORELLATTI, 2008; LOPES, 2010). Esta, entretanto, é uma discussão abrangente que não será desenvolvida neste trabalho.

Ao mencionar a ausência de formação do professor para uso de tecnologias, buscamos salientar que a adesão desse profissional é fundamental para a integração das mesmas na escola, conforme afirmam Sandholtz, Ringstaff, Dwyer (1997), e a conquista dessa adesão passa pela formação docente. Neste ponto, situamos a relevância do curso de capacitação relatado a seguir. Oportunamente observamos que, embora se trate da formação do professor em serviço, esse professor se comporta como um iniciante quando o assunto é o ensino com tecnologias.

4 Metodologia

O curso de capacitação de que trata este trabalho foi autorizado pela Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas (CENP), homologado pela Diretoria de Ensino da Região de São José do Rio Preto e aprovado pelo Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, da Universidade Estadual Paulista (IBILCE/UNESP). Realizado no período de 27 de novembro a 14 de dezembro de 2010, teve como público-alvo professores de Física da rede pública da região de São José do Rio Preto (SP).

No Quadro 1 apresentamos dados que permitem esboçar um perfil dos 22 professores inscritos no curso. Para preservar a identidade dos inscritos, identificamos o professor participante pela inicial de seu nome, usando um caractere numérico para diferenciar aqueles cujas iniciais são idênticas.

Quadro 1 – Perfil dos professores inscritos no curso “Física Digital”

Identificação	Idade	Tempo de serviço	Formação inicial
Professor C	39 anos	18 anos	Ciências Físicas e Biológicas com Habilitação em Química e Física
Professora C	48 anos	12 anos	Licenciatura em Química
Professor E1	23 anos	3 anos	Matemática com Habilitação em Física
Professor E2	23 anos	3 anos	Matemática com Habilitação em Física
Professora E	50 anos	16 anos	Ciências Biológicas com Habilitação em Física
Professor F	54 anos	1 ano	Licenciatura em Ciências; Licenciatura em Matemática e Física; Licenciatura em Pedagogia
Professora J	28 anos	6 anos	Licenciatura em Matemática com Habilitação em Física
Professora L	41 anos	13 anos	Licenciatura em Matemática
Professora M	59 anos	5 anos	Ciências Físicas e Biológicas
Professor M	50 anos	12 anos	Licenciatura em Matemática
Professora R	47 anos	2 anos	Licenciatura em Ciências com Habilitação em Matemática e Física
Professor U	56 anos	21 anos	Licenciatura em Matemática
Professora V	46 anos	24 anos	Matemática com Habilitação em Física
Professor W	36 anos	6 anos	Licenciatura em Matemática

Fonte: Trabalho final dos participantes do curso.

O curso foi desenvolvido integralmente por meio de aulas práticas presenciais. As aulas com uso de computador e Internet ocorreram no Laboratório Didático do Departamento de Física do IBILCE, aos sábados, nos períodos manhã e tarde, totalizando trinta horas. Durante as mesmas, com

auxílio de um multimídia, os participantes foram orientados a realizar práticas que posteriormente poderiam desenvolver com seus alunos do Ensino Médio.

No curso, foram utilizados experimentos disponibilizados pelo Grupo Físicanimada³ no site <www.fisicanimada.net.br>, e roteiros de prática criados por esse grupo.

Os professores inscritos foram avaliados nos aspectos frequência e entrega de um trabalho final, que consistiu em elaborar um plano de ensino que contemplasse o uso de um experimento virtual na escola. A idéia inicial era que esse plano fosse aplicado pelo professor na instituição escolar e os resultados discutidos na universidade. Isto, entretanto, não foi possível, pelo fato de o curso ter sido realizado no final do ano letivo.

5 Resultados e discussão

Usando o computador, os professores perceberam que, em ambiente virtual, podiam colocar um circuito em curto sem correr riscos. Durante as aulas, por iniciativa própria, desenvolveram práticas colaborativas. Alguns apresentaram dificuldades de uso do computador (falta de noções de Informática básica), outros em desenvolver práticas experimentais, outros, ainda, em usar o experimento virtual. A maioria mostrou ter dificuldade com o conteúdo específico (Física), motivo pelo qual o programa visualizado no Quadro 2 foi parcialmente trabalhado.

Quadro 2 – Conteúdo programático previsto para o curso

Módulo 1	Deslocamento, velocidade, aceleração, força, massa, quantidade de movimento e diagramas de força
Módulo 2	Trabalho, movimento de projétil, oscilações livres e força de gravitação
Módulo 3	Movimento harmônico simples, ondas estacionárias, ressonância de ondas sonoras e experimento da dupla fenda
Módulo 4	Som digital, propagação de ondas, frequência do som e termodinâmica
Módulo 5	Campo elétrico de uma carga pontual, linhas de um campo elétrico e campo elétrico uniforme
Módulo 6	Resistência interna, campo magnético e capacitância
Módulo 7	Descarga do capacitor, indução eletromagnética e partículas carregadas em campos
Módulo 8	Ondas planas, efeito fotoelétrico, espalhamento de partículas alfa e decaimento radioativo

Fonte: Proposta do curso, cadastrada no sistema *online* da universidade (Processo n. 2741/2010, fls. 06, STA/IBILCE/UNESP/CSJRP).

A dificuldade dos professores com a Física tornou-se evidente logo na primeira aula, quando o assunto abordado foi carga elétrica em movimento no campo elétrico ou magnético, indicando que aquele grupo de professores não estava preparado para realizar práticas experimentais de conteúdos da Física Moderna. Até mesmo conteúdos da Física Clássica, como eletricidade, demandaram tempo para a realização das práticas com experimento virtual.

Uma dessas práticas consistiu na montagem de circuitos elétricos, prevista no caderno da Proposta Curricular do Estado de São Paulo para o ensino de Física⁴. O experimento usado para esse fim está representado na Figura 1 (ao centro), juntamente com outros dois, que permitem o estudo de eletricidade.

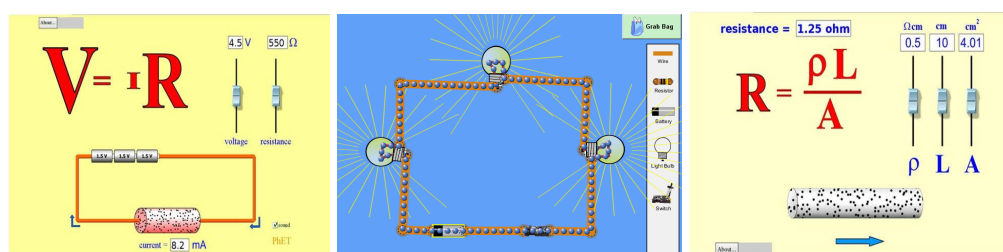


Figura 1 – Experimentos virtuais para o estudo de eletricidade⁵.

O curso também contemplou práticas em ambiente virtual para o estudo de empuxo (força exercida sobre objetos em meio líquido) (Figura 2). Levando em conta a dificuldade de acesso à Internet nas escolas públicas da Educação Básica⁶, foi entregue aos professores participantes um CD-ROM contendo vários experimentos que podem ser usados *offline*.

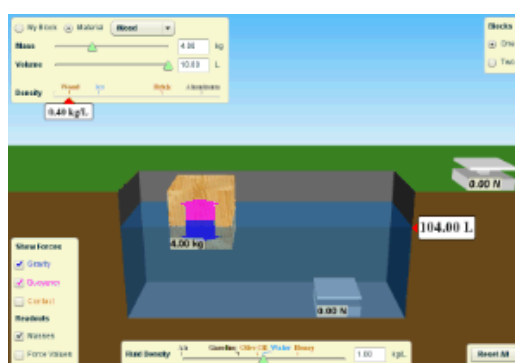


Figura 2 – Experimento virtual para o estudo de empuxo⁷.

Durante as aulas, os professores demonstraram interesse no uso do computador para realizar situações de aprendizagem dos cadernos da

Proposta Curricular do Estado de São Paulo, sugerindo, inclusive, a continuidade do curso. Alguns apontaram conteúdos do Ensino Médio presentes nos referidos cadernos, que gostariam de ver contemplados em um curso posterior (Quadro 3).

Quadro 3 – Conteúdos dos cadernos da Proposta Curricular

Conteúdo	Caderno⁸
Interação gravitacional	1ª série/volume 3
Universo: elementos que o compõem	1ª série/volume 3
Máquinas térmicas	2ª série/volume 2
A construção das imagens nas lentes convergentes e divergentes	2ª série/volume 3
Luz e cor	2ª série/volume 4
Ondas eletromagnéticas e transmissões eletromagnéticas	2ª série/volume 4
Motor elétrico	3ª série/volume 2
Campos e forças eletromagnéticas	3ª série/volume 2
Matéria, suas propriedades e organização Átomo: emissão e absorção de radiação	3ª série/volume 3
Fenômenos nucleares	3ª série/volume 3
Partículas elementares	3ª série/volume 4
Microeletrônica e informática	3ª série/volume 4

Fonte: Listagem elaborada manualmente e por escrito pelos participantes.

De acordo com o observado, 50% dos conteúdos indicados estão nos cadernos do terceiro ano. Alguns desses cadernos contêm indicações de simulações virtuais, a maioria delas encontrada apenas no caderno do aluno, no campo “Para saber mais”, de modo que o aluno pode, se tiver interesse, utilizá-las sozinho para aprender. No caderno do professor, não são sugeridas simulações virtuais para ensinar. A ausência da tecnologia como opção metodológica no material didático distribuído aos professores do Ensino Fundamental II e Ensino Médio da rede pública pode não contribuir para a integração do computador às práticas pedagógicas. Não se trata aqui de apologia ao uso do computador, mas de ressaltar o potencial das tecnologias para a efetivação do processo educativo.

Retornando ao curso, durante o mesmo, uma professora indicou um experimento com motor elétrico como aquele que gostaria de realizar pelo computador, dizendo que não havia outro modo de realizá-lo na escola com seus alunos. Posteriormente, constatamos que o caderno do professor que trata do assunto (3ª série/volume 2, página 27) contém duas indicações de simulações virtuais sobre o funcionamento de um motor elétrico. Surgiram,

assim, questionamentos sobre o ocorrido, no sentido de explicar porque aquela professora solicitava um experimento já sugerido no referido caderno.

A resposta pode estar na falta de preparo para usar os experimentos apontados no material. Neste ponto, insistimos no que apontamos antes: “não basta enviar softwares educacionais às escolas sem um programa ou proposta pedagógica de uso, porque eles invariavelmente não saem do armário. E não se pode pretender o uso pelo uso simplesmente. Isto seria subutilizar as TIC” (LOPES; FEITOSA, 2009, s/p). O pedido feito pela professora parece indicar que não basta “sugerir” simulações virtuais; é preciso dar ao professor condições de usá-las. Tampouco sugeri-las aos alunos parece ser o caminho, quando se considera que simulações requerem a mediação pedagógica do professor (VALENTE, 1999).

Dos 22 professores inscritos, 14 concluíram o curso, entregando, como trabalho final, o listado no Quadro 4.

Quadro 4 – Título e autoria dos planos de ensino com experimentos virtuais

Título	Autoria
Leis de Ohm	Professor C
Campo magnético do solenóide	Professora C
Energia elétrica: circuitos	Professor E1
Hidrostática: estados da matéria e densidade	Professora E
Leis da Queda	Professor E2
Circuitos elétricos	Professores F e R
Corrente Animada: eletricidade e corrente elétrica	Professora J
Indução eletromagnética: lei de Faraday	Professora L
Interação das forças nos movimentos	Professora M
Eletricidade estática e corrente elétrica eletrostática	Professor M
Experimentos virtuais de Física para o Ensino Médio	Professora U
Interferência de ondas	Professora V
A Eletricidade e suas aplicações em ambientes virtuais	Professor W

Fonte: Material recebido pelo Grupo Fisicanimada/IBILCE/UNESP, em janeiro de 2011.

Em seus planos de ensino com tecnologia, os professores C e W demonstram ter consciência da necessidade de mudar sua prática.

Considerando as tecnologias que os alunos têm acesso, fica impossível atingir o público alvo com apenas lousa e giz, haja vista que a escola onde trabalho não dispõe nem de espaço apropriado e nem de materiais para realizar práticas experimentais, preocupado em melhorar as minhas práticas pedagógicas, incorporarei nela práticas que possam ser realizadas virtualmente. (Professor C)

[...] na física tradicional, muitas vezes, com giz e lousa, o alunado não assimilava os cálculos abstratos porque não visualizava o fenômeno que acontecia e, desta maneira surgia na sala de aula frases do tipo “não gosto desta disciplina” “não sei para que isto serve” e muitas outras.

Desta forma, o ensino não atingia os objetivos esperados, pois as aulas ficavam pesadas e não despertava um interesse geral. (Professor W)

Apesar disso, em seus planos de ensino, os professores dão pistas de que sua maior dificuldade é pensar o ensino com tecnologias e transpor a barreira da prática estabelecida, algo que não se verifica em um único ponto de seus planos, mas que os permeiam, do início ao final, tornando-se mais evidente na metodologia. A análise aprofundada desse material deverá ser publicada posteriormente.

6 Considerações finais

As situações de aprendizagem previstas nos cadernos do professor e do aluno da Proposta Curricular do Estado de São Paulo não incluem o virtual, quando o fazem, é de forma bastante restrita. Em alguns casos, os experimentos “reais” propostos tornam-se irrealizáveis, por fatores como falta de material. Talvez por isso a possibilidade de realizar tais situações pelo computador tenha sido recebida com entusiasmo pelos professores.

O impacto do curso nas práticas pedagógicas dos participantes não é conhecido. Embora tenham manifestado interesse em dar continuidade aos estudos, não se mostraram dispostos a ressignificar práticas pedagógicas que não incluem novas tecnologias, nem mesmo em função das dificuldades de aprendizagem em Física e do perfil atual de seus alunos.

Dos resultados obtidos, consideramos positiva a colaboração dos professores entre si, na realização dos roteiros de prática, e o entusiasmo manifestado a cada dificuldade superada. Consideramos dignos de atenção: a carência de conhecimentos de Física pelos professores; o tempo demasiado longo que necessitaram para realizar práticas elaboradas para alunos do Ensino Médio; a tendência em “encaixar” o experimento virtual em suas práticas sem alterá-las; a menção recorrente a uma realidade escolar caótica para justificar suas “escolhas pedagógicas”, sugerindo que não há espaço para práticas com experimentos virtuais em escolas nas quais os professores se sentem oprimidos diariamente.

Referências

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CP 9/2001. *Diário Oficial da União*, Brasília, 18/01/2002, Seção 1, p. 31. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2011.

FEITOSA, E.; LOPES, R. P. Animando o Ensino e Motivando o Aprendizado de Física com Tecnologias Digitais: experimentos virtuais sobre velocidade de escape e gravidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 15, 2010, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: UFMG, 2010, p. 1-13. CD-ROM.

FÜRKOTTER, M.; MORELATTI, M. R. M. As tecnologias de informação e comunicação em cursos de licenciatura em matemática. *Série-Estudos (UCDB)*, v. 26, p. 51-64, 2008.

LOPES, R. P. *Formação para uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação nas licenciaturas das universidades estaduais paulistas*. 2010. 215 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2010.

LOPES, R. P.; FEITOSA, E. *Internet sem fronteiras e o futuro da educação*, São Paulo, 13 out. 2009. Disponível em: <<http://www.unesp.br/noticia.php?artigo=6308>>. Acesso em: 20 mai. 2011.

LOPES, R. P.; FERREIRA, J. C. D.; SOCHA, R. R.; FEITOSA, E. Experimentação real e virtual de circuitos elétricos simples como ferramenta mediadora no processo de aprendizagem de Física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, Vitória, 2009. *Anais...* Vitória: UFES, 2009, p. 1-9.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002.

SANDHOLTZ, J. H.; RINGSTAFF, C.; DWYER, D. C. *Ensinando com tecnologia: criando salas de aula centradas nos alunos*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

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

SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

VALENTE, J. A. (Org.). *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas: UNICAMP, 1993.

VALENTE, J. A. (Org.). *O computador na sociedade do conhecimento*. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.

¹ A Proposta Curricular do Estado de São Paulo prevê a distribuição às escolas da rede pública de cadernos impressos que contêm situações de aprendizagem relativas aos conteúdos curriculares.

² Chamamos “novas tecnologias” as de base microeletrônica e de telecomunicações.

³ Grupo interdisciplinar criado em 2007, coordenado por um docente do Departamento de Física, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas – IBILCE/UNESP, Campus de São José do Rio Preto.

⁴ SÃO PAULO. *Caderno do professor: física, ensino médio – 3ª série*, volume 1. São Paulo: SEE, 2009.

⁵ Disponíveis em: <www.fisicanimada.net.br>. Acesso em: 28 mar. 2011.

⁶ Evidenciada nos anos de execução de projetos de extensão universitária e de ensino voltados à inclusão de novas tecnologias em escolas públicas da região de São José do Rio Preto (SP).

⁷ Disponível em: <http://phet.colorado.edu/sims/density-and-buoyancy/density_en.html>. Acesso em: 28 mar. 2011.

⁸ Os cadernos adotam a nomenclatura “série” e não “ano” escolar.