

ANÁLISE DAS PROPOSTAS DE UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA NO NÍVEL MÉDIO E SUPERIOR

ANALYSIS OF THE PROPOSALS OF USE OF THE COMPUTATIONAL TOOLS FOR THE EDUCATION OF PHYSICS IN THE HIGH SCHOOL AND UNIVERSITY

Daniele Cristina Nardo Elias¹

Luiz Henrique Amaral², Mauro Sergio Teixeira de Araujo³, Carlos Fernando de Araujo Jr.⁴

¹Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL), dcnardo@ajato.com.br

²Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL), luiz.amaral@unicsul.br

³Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL), maurostaraujo@ig.com.br

⁴Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL), carlos.araujo@unicsul.br

Resumo

Este artigo aborda a importância e as formas de se utilizar o computador em um curso regular de ensino médio e nível superior, para ensinar Física, de forma a proporcionar ao aluno uma maior interação com os conteúdos. As possibilidades de uso do computador podem estar relacionadas com uma proposta construtivista, além de atender as competências e habilidades que devem ser desenvolvidas segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Além disso, o artigo fornece um levantamento e análise de artigos publicados na Revista Brasileira de Ensino de Física no período de 2000 até 2004, com o objetivo de mostrar como a informática vem sendo proposta para ser utilizada no ensino de Física atualmente.

Palavras-chave: Computador na educação, Ensino e Aprendizagem de Física, PCNEM.

Abstract

This article approaches the importance and the ways of using computer in a regular high school course and superior level to teach Physics, as a form to provide to the pupil a bigger interaction with the contents. The possibilities of use of computer may be related with a constructive proposal beyond the abilities that must according with PCNEM (National Curricular Parameters for High School). Moreover, the article supplies a survey and analysis of articles published in the Brazilian Magazine of Education of Physics in the period of 2000 up to 2004, with the objective to show as computer science comes currently being proposed to be used in the education of Physics.

Keywords: Computer in Education, Learning and Teaching of Physics, PCNEM.

INTRODUÇÃO

Atualmente vive-se um momento em que o computador é utilizado em inúmeras situações, sendo constantemente ampliadas as possibilidades de sua aplicação. Apesar disso, observa-se que as escolas ainda hoje resistem a utilizar a informática para auxiliar o ensino das disciplinas já existentes, embora em algumas raras situações ocorram inserções de disciplinas de informática no currículo escolar, muitas vezes apenas para substituírem o giz e a lousa pelo computador, pois continuam preservando o modo tradicional de se ensinar os conteúdos, que são considerados e abordados como prontos e acabados, impondo ao aluno a condição de mero ouvinte passivo, não participando, portanto, da construção do seu conhecimento.

Visando modificar o ensino tradicional deve-se considerar que cada estudante tem seu modo de aprender, seu nível de motivação e interesse por determinada disciplina, além de experiências de vida que não devem ser ignoradas (Laburu, 2003). Contudo, fica evidente que quando se utiliza uma única estratégia de ensino a tendência é que os professores não tenham condições de considerar a individualidade dos alunos, conforme salienta Laburu e colaboradores:

Pode-se afirmar que todo ensino, como atividade humana é intercultural, devido às múltiplas identidades microculturais de todos os estudantes e, por essa razão, os indivíduos reagem e são afetados diferentemente pelas ações dos professores. (ibidem, p.252).

Considerando a individualidade de cada aluno, a aprendizagem se torna possível na medida em que seus conhecimentos prévios seja o ponto de partida do processo. Assim, analisando o ensino baseado em livros didáticos, tende-se a abordar os conceitos como concepções prontas, impossibilitando a ocorrência de discussões críticas de modo que os alunos se vêem forçados a abandonarem suas idéias acerca do mundo, decorando o que os livros trazem, pois os professores impõem ao aluno a condição de ouvinte, relevando sua experiência de vida.

Deve-se, portanto, questionar como são ensinados os conteúdos escolares de modo a que se dê a devida atenção para que não ocorram os mesmos erros quando da utilização dos recursos da informática, o que poderá acontecer caso a individualidade do aluno continue a ser desprezada. A teoria construtivista diz que não há aprendizagem se não se levar em conta o que os alunos já sabem, sendo, portanto, necessário partir da realidade dos alunos (Piaget, 1972).

Pesquisas mostram que quando não é considerado o conhecimento prévio dos alunos a tendência é que eles apenas decorem o conteúdo visando as avaliações, retornando as suas antigas idéias (Casonato, 1994). Portanto, é preciso utilizar o computador segundo uma abordagem construtivista, proporcionando ao aluno condições para construir seu conhecimento.

OS PCNEM E O ENSINO DE FÍSICA AUXILIADO PELO COMPUTADOR

A idéia clássica que se tem da Física é que a mesma se presta à resolução de problemas, envolvendo cálculos difíceis e extensos. Essa imagem ocorre porque a Física sempre é ensinada tendo como objetivo único o preparo para o vestibular, sendo exigido apenas o conhecimento de técnicas de resolução de exercícios. Entretanto, constata-se um equívoco na medida em que o Ensino Médio hoje não deve formar o aluno somente para o ingresso no ensino superior e sim *para a formação de jovens que adquiram instrumentos para a vida* (Kawamura, 2003, p.23).

Diante dessa nova realidade do ensino médio, deve-se rever o ensino de Física, evitando-se que sua abordagem mantenha uma divisão de conteúdos com fins exclusivamente de preparar o aluno para o vestibular, conforme aparecem nos livros didáticos tradicionais, que não trazem

conhecimentos relacionados ao mundo contemporâneo, não somente de Física Moderna, mas de temas relacionados ao cotidiano e à cosmologia (ibidem). Dessa forma, segundo orientações presentes nos PCNEM, a Física deve ser ensinada levando em consideração que:

... os processos e fenômenos físicos de maior relevância no mundo contemporâneo, além de procurar cobrir diferentes formas de abordagem, privilegiando as características mais essenciais ao saber da Física, permitem um olhar investigativo sobre o mundo real (ibidem, p.25).

Para que estes objetivos sejam atingidos, o professor deverá desenvolver algumas habilidades e competências que atendam os PCNEM de Física, ou seja:

- Desenvolver a capacidade de investigação Física: observação, classificação, organização e sistematização;
- Fazer com que os alunos compreendam e utilizem as leis e teorias Físicas;
- Fazer com que os alunos investiguem situações problemas, realizando generalizações entre uma situação e outra;
- Proporcionar ao aluno a articulação do conhecimento de Física com as outras áreas;
- Fazer com que o aluno compreenda a construção do conhecimento físico como sendo parte de um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época;
- Fazer com que o aluno se expresse corretamente, utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica.

Atendendo essas exigências acredita-se que o computador possa ser usado para melhorar a produtividade, para ensinar habilidades básicas que envolvam prática, para fornecer alternativas aos livros didáticos e para deixar os professores mais livres (Medeiros, 2002, p.84). Assim, pode-se ensinar aos alunos a resolução de problemas específicos e proporcionar maior interatividade nas aulas, motivando-os a querer conhecer mais a Física. Nesse contexto, tendo claro os objetivos pretendidos fica mais fácil utilizar as ferramentas computacionais a fim de que os alunos compreendam os conceitos, construindo seu conhecimento na medida em que se torna um agente que constrói, discute e modifica seu pensamento.

UTILIZANDO O COMPUTADOR PARA SUPERAR AS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM EM FÍSICA

As dificuldades de aprendizagem em Física estão presentes não só no Ensino Médio, mas também no ensino superior, onde os alunos apresentam algumas dificuldades como resolver cálculos, interpretar gráficos, além de não dominarem adequadamente alguns conceitos básicos de Física, o que prejudica o desempenho nas disciplinas de Física (Barbeta, 2002).

Estudos indicam que um dos motivos da escolha do curso de Física é o fato de entenderem a Física como meio para a realização de descobertas e o entendimento do que acontece no dia a dia. Por outro lado, um fator apontado para a desistência do curso é a dificuldade em resolver problemas, pois a maior parte das aulas enfoca apenas a demonstração de fórmulas (Pereira, 2003). Sendo assim, o curso não responde as dúvidas e anseios dos alunos, dificultando sua permanência ao mostrar-se distante de sua realidade, sendo propostos apenas o emprego de equações sem significado, ignorando-se os conhecimentos prévios por eles trazidos.

O uso adequado dos computadores no ensino de Física pode proporcionar uma maior interação entre alunos, professores e o conteúdo, devendo o mesmo ser empregado de modo a

complementar as abordagens tradicionais, pois o computador pode ser ajustado às dificuldades de cada aluno e se não for assim, acaba-se caindo *no prolongamento do ensino tradicional* (Fiolhais, 2003, p.262). Nessa ótica de utilização dos computadores há autores que defendem a utilização desses equipamentos sob vários enfoques, destacando-se (Fiolhais, 2003; Rosa, 1995):

a) Coleta e análise de dados em tempo real: nesse caso o aluno é apenas interprete dos resultados obtidos e estando livre da tarefa de anotar os dados o aluno pode se dedicar mais a analisá-los e interpretá-los para compreender o conteúdo físico. Este tipo de software para coleta e análise pode ser encontrado, por exemplo, em: <http://educar.sc.usp.br/sam>;

b) Simulação de fenômenos físicos: a simulação pode ser estática ou dinâmica, sendo que na simulação estática o modelo do fenômeno já se encontra pronto e o aluno simplesmente manipula os parâmetros e observa o que acontece, enquanto que na simulação dinâmica o aluno elabora um modelo explicativo do fenômeno, o que pode ser feito por programação. Softwares de simulação podem ser encontrados no sites:

<http://educar.sc.usp.br/ficica/fisica.html>;

<http://www.if.ufrj.br/~carlos/infoenci/infoenci.html>;

<http://www.colos.ec.lyon.fr/theory/didatic/simulation.html>.1997.

c) Instrução assistida por computador: o computador funciona como um tutor mais ou menos rígido dirigindo o estudo do aluno. Na modalidade de tutorial, encontram-se exemplos no site <http://www.educandus.com.br>, onde estão disponíveis algumas aulas grátis;

d) Utilização para estudo das habilidades cognitivas do aluno: neste tipo de utilização o aluno tem uma grande interação com o computador, pois é ele quem comanda o computador, por exemplo, empregando a linguagem logo de programação desenvolvida por Papert.

e) Hipermídia: baseia-se no conceito de hipertexto. O termo significa que um programa pode incluir vários elementos como textos, sons, imagens (estáticas ou animadas), simulações e vídeo e, uma vez que há muitos links, é possível ao aluno selecionar as partes que lhe interessam.

f) Realidade Virtual: as principais características dessa modalidade são a imersão, a interatividade e a manipulação decorrentes das ações do usuário tal como no mundo real. Nesta modalidade encontram-se exemplos no site <http://www.if.ufrj.br/~carlos/infoenci/infoenci.html>.

g) Internet: Além de ser a mais ativa das bibliotecas do mundo, a Internet relaciona-se com vários outros meios já discutidos como: simulações que podem ser utilizadas on-line ou descarregadas no computador; multimídia e linguagem html, que é utilizada para criar páginas na Internet; realidade virtual que representa objetos ou cenários tridimensionais. Sendo assim, pode-se considerar a Internet como a modalidade de uso do computador mais interativa e pessoal.

Acredita-se que com o computador sendo utilizado sob os enfoques acima citados, o professor poderá ter acesso a uma nova metodologia de ensino capaz de propiciar as alunos várias formas para desenvolver a aprendizagem, de acordo com suas necessidades.

DIFICULDADES DE USO DO COMPUTADOR NO ENSINO DE FÍSICA

Uma das maiores dificuldades em se utilizar o computador no ensino é que a maioria dos professores tem pouco contato com eles e o grau de dificuldade em seu manuseio aumenta quando se refere a utilização da Internet (Cavalcante, 2001, p.111). Assim, assume relevância verificar a real aplicabilidade de cada modalidade de uso do computador para que não seja inserido nas escolas sem produzir os resultados esperados, fato agravado pelo despreparo dos professores para tal tecnologia (Medeiros, 2002). No caso das simulações computacionais deve-se verificar a qualidade do software para evitar que os alunos interiorizem um conceito errado devido ao desconhecimento do mesmo por quem elaborou o software (ibidem). Por outro lado,

quando um software é bem desenvolvido serve para mostrar situações não observáveis no dia a dia e que tem de ser abstraídas no decorrer das aulas (ibidem), sendo útil também nas situações onde o estudo dos fenômenos é difícil ou caro para ser feito em laboratórios tradicionais.

Pesquisas indicam que simulações é o modo mais utilizado dos computadores no ensino de Física, seguido pela utilização para coleta e análise de dados em tempo real, sendo a instrução assistida a forma menos freqüente (Rosa, 1995). Sendo as simulações apenas simplificações da realidade (Medeiros, 2002), compete ao professor estar atento para as limitações destas simulações, para que não seja ensinado para o aluno uma realidade parcial do fenômeno estudado. Percebe-se que na maior parte dos casos que as escolas utilizam o computador *indiscriminadamente, sem que haja uma preocupação com a avaliação dos resultados obtidos e sem a existência de um projeto educacional baseado em alguma teoria de aprendizagem que justifique tal uso* (Rosa, 1995, p.188). Assim, é fundamental estar consciente das possibilidades de utilização do computador visando proporcionar uma aprendizagem eficaz ao aluno.

ESTADO ATUAL E TENDÊNCIAS DO USO DA INFORMÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA

Analisando os artigos publicados na Revista Brasileira de Ensino de Física entre o ano de 2000 e 2004, foram encontrados 33 artigos relacionados ao uso do computador no ensino da Física, sendo que 19 faziam parte de um volume especial de tecnologias publicado em junho de 2002. Assim, procurou-se verificar nesses artigos quais são as modalidades e formas de utilização do computador propostas para o ensino de Física nos níveis médio e superior.

A análise dos artigos possibilitou separar as propostas de uso da informática no ensino de Física que apresentam enfoque qualitativo do ensino de Física, mostrados na Tabela I, dos trabalhos relacionados com abordagens quantitativas, indicados na Tabela II.

Tabela I – Artigos com enfoque Qualitativo do ensino de Física

Estudo	Principais Resultados
Nogueira, et al (2000)	Os softwares educacionais constituem boas ferramentas auxiliares para a aprendizagem dos alunos, devendo ser alcançados melhores resultados na medida em que os professores passem a dominar o seu funcionamento, familiarizando-se com os softwares disponíveis no mercado.
Yamamoto e Barbeta (2001)	As simulações são satisfatórias em aulas de teoria, principalmente por propiciar maior motivação nos alunos.
Medeiros e Medeiros (2002)	Deve-se ter consciência que embora o computador ajude a realizar vários tipos de simulações sobre fenômenos difíceis de serem realizados na prática, é necessário tomar cuidado para que não sejam ensinados conceitos errados. Além disso, é importante não deixar que as simulações tomem o lugar das experiências reais feitas em laboratório de Física porque embora as simulações computacionais sejam eficientes quando bem elaboradas, a prática de uma experiência real mostra vários fatores que a simulação não mostra como, por exemplo, a existência de erros no procedimento experimental que permite ao aluno repensar a experiência e perceber a sua origem, reorganizando assim seus conhecimentos.
Veit (2002)	O artigo propõe ensinar Física com softwares de modelagem, pois estes permitem estudos exploratórios nos quais os alunos constroem modelos que permitem descrever o comportamento dos dados. Dessa forma, produz-se uma mudança radical no Ensino Médio, uma vez que com a utilização de softwares de modelagem a Física passa a ser ensinada de maneira

	construtivista em que o aluno tem acesso a modelos que mostram situações que ocorrem no dia a dia.
Silva e Felício (2002)	As simulações são consideradas satisfatórias, permitindo repetir os experimentos sempre que necessário, ao contrário do que normalmente ocorre em uma experiência real.
Camiletti e Ferracioli (2002)	Os resultados mostraram que os estudantes têm habilidades para construir modelos e fazer relações entre o que é mostrado pelo modelo e o que eles esperavam ocorrer na simulação do mesmo. Entretanto, os estudantes apresentaram dificuldades em estabelecer a relação entre as diferentes variáveis e até mesmo dos conceitos envolvidos. Este artigo avaliou as dificuldades e habilidades dos alunos em manusear e compreender os fenômenos físicos que estão envolvidos numa simulação e, desta forma, mostrou a importância de se utilizar softwares de modelização no ensino de Física, pois estes fazem com que os alunos participem do processo de construção de seu conhecimento.
Neto (2002)	As simulações permitem a reconstrução dos acidentes e a compreensão das suas causas, situações difíceis de serem reproduzidas na prática.
Bleicher, et al. (2002)	O software utilizado para fazer simulação permite situações de aprendizagem em que o aluno constrói um modelo geralmente só visto em livros, possibilitando maior participação do aluno.
Gobara, et al. (2002)	Percebeu-se que os estudantes não obtiveram bons resultados quando tiveram contato com o software sem antes conhecer os conceitos físicos. Por outro lado, os estudantes que tiveram aula sobre conceitos físicos e, após isso, tiveram contato com o software, apresentaram um melhor desempenho.
Barbeta e Yamamoto (2002)	A análise de vídeos digitais auxilia na interpretação de gráficos cinemáticos e, mostrando os vídeos situações reais, tornam o entendimento gráfico mais significativo para os alunos.
Rohling, et al.	A partir da elaboração de FDCM (Filmes Didáticos de Curta Metragem) é possível proporcionar aos alunos condições para a elaboração de seus conhecimentos físicos de forma visual e alterá-los na medida em que forem aprendendo novos conceitos na escola.
Veit e Mors (2002)	O artigo mostra a importância de se utilizar a modelização no ensino de Matemática e Física, alertando para as vantagens da aprendizagem que são proporcionadas aos alunos, uma vez que eles participam da construção do seu conhecimento enquanto constroem os modelos.
Santos, et al. (2002)	O projeto desenvolvido destina-se à simulação de efeitos eletromagnéticos, sendo observadas reclamações dos usuários sobre o mecanismo de navegação, que necessita de reformulação. A idéia básica é utilizar a simulação e o experimento real fazendo relações entre ambos de modo a permitir uma maior compreensão dos fenômenos.
Macedo e Macedo (2002)	A utilização do software proposto permitiu ao estudante a compreensão do cálculo numérico de integrais definidas.
Alves, et al. (2002)	Constatou-se que quando o aluno trabalha com programação em um sistema de computação algébrica ele é beneficiado pelo fato desses sistemas possuírem vasta biblioteca de comandos, como derivação e integração, permitindo a concentração nos conceitos abordados, obtendo maior abstração acerca dos conteúdos. Outros aspectos relevantes dizem respeito à possibilidade de interação entre os grupos e ao fato de que após a elaboração do programa os alunos podem realizar investigações, fazendo variações práticas ou teóricas relacionadas aos tópicos estudados.

Jácome, et al. (2002)	A simulação estimula o interesse dos alunos pela disciplina e o processo de construção de seus próprios programas, contribuindo para que o aluno mostre interesse por aprender mais sobre o assunto estudado. O aluno que utiliza o computador antes e após a abordagem dos conceitos em aula consegue construir novas hipóteses, consolidando assim sua aprendizagem.
Dias, et al. (2002)	Nesse trabalho o programa utilizado simula em muitos aspectos os equipamentos reais de Física Nuclear e fornece resultados semelhantes aos obtidos em situações reais, sendo possível de ser utilizado onde não há condições para montar um laboratório destinado a estudar tais fenômenos.
Cavalcante, et al. (2003)	Destaca a importância de se fazer conexão entre as teorias e as simulações, pois isto desperta o interesse e torna a aula mais dinâmica.
Fiolhais e Trindade (2003)	Os diversos modos de utilização do computador permitem diversificar as estratégias de ensino. A realidade virtual parece ser a melhor forma de uso do computador, embora não se tenha resultados quanto à eficácia de cada modo de utilização. Acredita-se, porém, que somente a tecnologia não é suficiente para proporcionar a aprendizagem, pois isto requer o auxílio de um professor bem preparado para o uso das tecnologias.
Carlin, et al. (2004)	Os experimentos com equipamentos e técnicas experimentais modernas, juntamente com fenômenos relacionados ao cotidiano, aumentam significativamente o conhecimento, a motivação e a criatividade.
Clebsch e Mors (2004)	Os alunos ficaram mais motivados e conseguiram fazer relações entre os assuntos estudados.
Figueira e Veit (2004)	Os recursos gráficos de uma planilha, aliados à coleta de dados, fornecem aos professores e alunos um instrumento de análise de fácil uso e com aplicações em inúmeras áreas de Física, visando à melhoria do ensino.
Arnold e Pelá (2004)	O computador motiva o aluno, além de facilitar as etapas que envolvem cálculos, permitindo sobrar mais tempo para a análise dos fenômenos.
Araújo, et al. (2004)	Devido à interatividade do aluno com o experimento, ocorre uma maior aprendizagem e motivação, pois o aluno consegue tornar os conceitos estudados mais concretos com a modelagem e a simulação.

Tabela II – Artigos com enfoque quantitativo do ensino de Física

Estudo	Principais Resultados
Cavalcante e Tavolaro (2000)	Há grande dificuldade e resistência dos professores acerca do uso das tecnologias, sendo necessário coragem para enfrentar os novos desafios.
Barbeta e Marzzulli (2000)	O trabalho destaca que o equipamento utilizado proporciona melhor reprodutibilidade dos dados em comparação com as experiências realizadas em laboratório tradicional.
Aguiar e Laudares (2001)	O sistema apresentado para aquisição de dados é eficiente, podendo ser utilizado sem a realização de mudanças no computador. O sistema é de fácil utilização e rápido, apresentando custo quase nulo e, por ser de fácil compreensão, pode ser utilizado com alunos de Ensino Médio.
Magalhães, et al. (2002)	A avaliação quantitativa do software SAM (Sistema de Análise Digital de Movimentos) mostrou que o software é adequado, motivando o aluno a utilizá-lo na medida em que o programa analisa eventos que fazem parte de seu cotidiano, facilitando a aprendizagem de conceitos científicos.
Moismann, et al. (2002)	A aquisição automática de dados representa um ganho didático, pois seria impossível em tão pouco tempo coletar, elaborar os gráficos realizados pelo computador e ainda compreender os fenômenos físicos ocorridos.

Cavalcante, et al. (2002)	Nesse artigo relata-se a fácil obtenção de medidas físicas com o auxílio do computador, sem exigir conhecimentos de eletrônica e gastos com a compra e implementação de sistemas de medidas, aspecto importante na medida em que a escola pode economizar utilizando somente o computador.
Silva, et al. (2002)	O software foi considerado útil para alunos e professores, permitindo a apresentação de conteúdos, resolução de problemas e construção de gráficos.
Cavalcante e Tavoraro (2002)	O trabalho salienta a necessidade de se tomar cuidado com os erros que podem ocorrer na aquisição de dados, destacando, porém, a importância dos mesmos, pois contribuem em algumas situações para a elaboração de propostas de novas teorias. Assim, as novas tecnologias não devem ser evitadas e sim conhecidas para se adequarem às necessidades.
Silva, et al. (2003)	O experimento utilizando o computador gerou resultados contendo um erro de aproximadamente 0,3 %, indicando que o computador constitui uma boa ferramenta de ensino para a realização de simulações.

OS DIFERENTES MODOS DE UTILIZAÇÃO DO COMPUTADOR NO ENSINO

Procurou-se analisar os artigos pesquisados enfocando as diferentes modalidades propostas para o uso do computador no ensino de Física ao longo dos cinco anos que constitui o período de tempo abrangido por esse estudo. Assim, foi elaborada a Tabela III que fornece as propostas apresentadas nos artigos e o ano de sua publicação.

Tabela III – Modalidades de uso do computador no ensino de Física x Ano de publicação

Modalidades de uso do computador no ensino de Física	2000	2001	2002	2003	2004	Total	%
Simulação ou modelagem.	0	2	13	2	3	20	61
Coleta e análise de dados em tempo real.	3	1	3	0	1	7	21
Edição de filmes e animações.	0	0	2	0	1	3	9
Uso para estudo das habilidades cognitivas.	1	0	1	0	0	2	6
Instrução assistida.	0	0	1	0	0	1	3
Total	4	3	19	2	5	33	100

Constata-se que a simulação é o modo mais utilizado do computador no ensino de Física, constituindo 61 % dos trabalhos, sendo que em 2002 foram publicados 13 artigos nessa modalidade. Os diversos autores argumentam que a utilização de softwares de simulação auxilia os alunos a visualizarem os conteúdos estudados, gerando motivação na medida em que passam a interagir mais intensamente buscando construir modelos no computador, tendo à disposição um sistema de feedback rápido sobre o que realizaram.

A segunda modalidade mais freqüente de uso do computador relaciona-se à coleta e análise de dados em tempo real, aparecendo em 21 % dos trabalhos investigados. Essa modalidade é considerada bastante útil por possibilitar a coleta dos dados e a elaboração de gráficos permitindo que o aluno tenha mais tempo para a etapa de análise, podendo se concentrar no entendimento do fenômeno estudado sem a necessidade de elaborar tabelas e gráficos, evitando-se ainda as despesas com a compra de equipamentos de medidas.

A edição de filmes e animações constitui a proposta de 9 % dos trabalhos analisados, sendo sua importância destacada pelos autores das publicações por permitir que o aluno visualize o tema estudado em sala de aula, facilitando desse modo a sua aprendizagem.

Apesar de sua importância, a utilização do computador para estudo das habilidades cognitivas foi enfocada em apenas 6% dos trabalhos, sendo destacada sua relevância na medida

em que o computador possui uma vasta biblioteca de comandos, permitindo aos alunos se concentrarem nos conceitos e, assim, desenvolverem maior capacidade de abstração uma vez que podem realizar investigações fazendo variações no programa elaborado. Além disso, essa modalidade permite maior envolvimento entre os alunos por propiciar o trabalho em equipes.

Na única publicação sobre instrução assistida, destaca-se que embora útil para apresentação de conteúdo e resolução de problemas, pode não propiciar mudança da prática pedagógica caso o aluno não participe do processo e o conteúdo seja apresentado como pronto e acabado.

Outras modalidades possíveis de uso do computador, ainda que atuais em decorrência das ferramentas que se encontram disponíveis, como Internet, Multimídia e realidade virtual, não tiveram nenhuma publicação no período e revista pesquisados.

ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES SEGUNDO O NÍVEL DE ENSINO

A Tabela IV mostra que a maioria das publicações é destinada ao Ensino Superior, indicando que embora os PCN proponham a utilização das tecnologias no Ensino Médio, atualmente isto ainda não ocorre com a frequência verificada no nível superior, mesmo considerando que em cinco dos 33 artigos as propostas destinavam-se aos dois níveis de ensino.

Tabela IV – Nível de Ensino x Ano de publicação

Nível de ensino	2000	2001	2002	2003	2004	Total	%
Ensino Superior	3	1	15	2	4	25	65,79
Ensino Médio	1	2	7	2	1	13	34,21
Total	4	3	22	4	5	38	100

ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES SEGUNDO OS ENFOQUES QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

Procurou-se verificar se as propostas de emprego dos recursos computacionais destinavam-se a salientar os aspectos conceituais e fenomenológicos relacionados com os conceitos abordados ou se prestavam a destacar os aspectos quantitativos, incluindo-se a elaboração de gráficos e a obtenção de valores para os parâmetros físicos de interesse, sendo para isso elaborada a Tabela V. Desse modo, constata-se que predominam propostas com enfoque qualitativo, na medida em que 73 % dos artigos analisados apresentam esse tipo de enfoque, sendo poucos os trabalhos que salientam os aspectos quantitativos e que apresentam as vantagens quanto ao uso da informática no ensino de Física nessa modalidade.

Tabela V – Enfoque x Ano de Publicação

Enfoque	2000	2001	2002	2003	2004	Total	%
Qualitativa	1	2	15	1	5	24	73
Quantitativa	3	1	4	1	0	9	27
Total	4	3	19	2	5	33	100

CONCLUSÕES

Apesar de alguns autores apontarem para problemas relacionados ao uso dos computadores, acredita-se que a escola não pode ignorar as contribuições que podem advir dos possíveis usos das ferramentas computacionais para o ensino em geral e, em especial, para o ensino de Física. Entretanto, para que esses recursos possam ser adequadamente inseridos nesses ambientes devem ser adotadas metodologias de ensino que impeçam a utilização dos

computadores como meros instrumentos para expor conteúdos substituindo o giz e a lousa, reproduzindo o ensino tradicional. Assim, é necessário considerar os objetivos educacionais que deverão ser atingidos, de acordo com cada conteúdo e momento vivenciado, levando em conta o que preconizam os PCNEM a respeito das competências e habilidades a serem desenvolvidas nos alunos e, a partir disso, buscar usos para o computador que propiciem o alcance desses objetivos.

É importante destacar que o computador representa apenas uma ferramenta que pode auxiliar o ensino de Física, apresentando, entretanto, limitações que impõem a necessidade de se tomar cuidados para que não se ensine conceitos errados para os alunos ou para que se produzam situações nas quais os alunos permaneçam passivos e com pouco envolvimento com as situações de aprendizagem propostas. Desta forma, empregando adequadamente essa ferramenta instrucional acredita-se que o uso do computador pode ser significativo quando usado como um meio que proporcione a construção do conhecimento pelo aluno a partir do que ele já sabe, que o ajude a reestruturar e reorganizar seus conceitos quando necessário e que possibilite, assim, a auto-reflexão e a relação com os fenômenos do seu cotidiano (Nogueira, et al., 2000).

A partir dos trabalhos analisados constata-se que os softwares de simulação ou modelagem são considerados pelos autores como meios bastante adequados para o uso dos computadores, pois facilitam estudos exploratórios individuais e/ou coletivos (Yamamoto, 2001; Barbata, 2002), sendo, entretanto, necessários estudos mais aprofundados que permitam verificar o real nível de aprendizagem dos alunos proporcionado pelo uso dessas ferramentas.

Finalmente, a análise dos artigos publicados entre 2000 e 2004 na Revista Brasileira de Ensino de Física mostrou que o enfoque qualitativo do uso dos computadores em situações de ensino e aprendizagem predomina, com 73 % dos trabalhos. Verifica-se ainda que a maioria dos trabalhos destina-se ao Ensino Superior e ao conhecimento das possíveis modalidades de uso das ferramentas computacionais, sendo dada menor atenção para a constatação da real eficácia dessas modalidades para a aprendizagem dos alunos. Portanto, fica evidente a necessidade de realização de estudos específicos que permitam obter conclusões mais sólidas acerca de como o uso da informática pode auxiliar significativamente os processos de ensino e aprendizagem na área de Física e mesmo em outras áreas de conhecimento.

REFERÊNCIAS

- Aguiar, C. E., Laudares, F. Aquisição de Dados usando Logo e a porta de Jogos do PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 23, n. 4, p.371-380, dezembro de 2001.
- Alves, D. T., Amaral, J. A., Neto, J. F. M. Aprendizagem de Eletromagnetismo na Programação e Computação Simbólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, vol. 24, n. 2, p.201-213, junho de 2002.
- Araújo, I. S., Veit, E. A., Moreira, M. A. Atividades de Modelagem Computacional no Auxílio à Interpretação de Gráficos da Cinemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 26, n. 2, p.179-184, junho de 2004.
- Arnold, F. J., Pelá, C. A. Simulação Computacional de Campos Ultra-sônicos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 26, n. 3, p.223-231, setembro de 2004.
- Arruda, S. M., Ueno, M. H. Sobre o ingresso, desistência e permanência no curso de Física na Univ. Estadual de Londrina: algumas reflexões. **Ciência & Educação**, v.9, n.2, p.159-175, dezembro de 2003.
- Barbata, V. B., Marzulli, C. R. Experimento Didático para Determinação da Velocidade de Propagação do Som no Ar, Assistido por Computador. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 22, n. 4, p.447-455, dezembro de 2000.

- Barbeta, V. B., Yamamoto I. Desenvolvimento e Utilização de um Programa de Análise de Imagens para o Estudo de Tópicos de Mecânica Clássica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, n. 2, p.158-167, junho de 2002.
- Barbeta, V. B., Yamamoto, I. Dificuldades Conceituais em Física Apresentadas por Alunos Ingressantes em um Curso de Engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n.3, p.324-341, setembro de 2002.
- Bleicher, L., Silva, M. M. S. et al. Análise e Simulação de Ondas Sonoras Assistidas por Computador. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.24, n.2, p.129-133, junho de 2002.
- Camiletti, G., Ferracioli, L. A Utilização da Modelagem Computacional Semiquantitativa no Estudo do Sistema Massa-Mola. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, n. 2, p.110-123, junho de 2002.
- Carlin, N., Szanto, E. M. et al. Processamento de Imagens: Conceitos Básicos Relacionados como Fenômeno de Difração e uso de um Computador. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 26, n. 3, p.241-245, setembro de 2004.
- Casonato, O. J. Tendências Atuais do Construtivismo no Ensino de Ciências. In: **Anais da 3ª Escola de Verão da FEUSP**, p. 1-19, outubro de 1994.
- Cavalcante, M. A., Tavolaro, C. R. Projete você mesmo Experimentos Assistidos por Computador. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 22, n. 3, p.421-425, setembro de 2000.
- Cavalcante, M. A., Piffer, A., Nakamura, P. O uso da Internet na Compreensão de Temas de Física Moderna Para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n.1, p.108-112, março de 2001.
- Cavalcante, M. A., Silva, E., Prado, R. O Estudo de Colisões Através do Som. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, n. 2, p.150-157, junho de 2002.
- Cavalcante, M. A., Tavolaro, C. R. Cuidados na Utilização de Sistemas de Aquisição de Dados no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, n. 2, p.247-258, junho de 2002.
- Clebsch, A. B., Mors, P. M. Explorando Recursos Simples de Informática e Audiovisuais: Uma Experiência no Ensino de Fluidos. **Rev. Bras. Ens. Física**, vol. 26, n.4, p.323-333, dez/2004.
- Dias, N. L., Pinheiro, A. G., Barroso, G. C. Laboratório Virtual de Física Nuclear. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, n. 2, p.232-236, junho de 2002.
- Figueira, J. S., Veit, E. A. Usando o Excel para Medidas de Intervalo de Tempo no Laboratório de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 26, n.3, p.203-211, setembro de 2004.
- Fiolhais, C., Trindade, J. Física no Computador: O Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. **Revista Brasileira do Ensino da Física**, v.25, n. 3, p. 259-272, setembro de 2003.
- Gobara, S. T. et al. Estratégias para utilizar o programa Prometeus na Alteração das Concepções em Mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, n. 2, p.134-145, junho de 2002.
- Jácome, S. S. B., Medeiros, F. F et al. Visualizando os Modos Normais de Vibração com o Computador. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.24, n.2, p.214-220, junho de 2002.
- Kawamura, M. R. D., Housome, Y. A Contribuição da Física para um Novo Ensino Médio. **Revista Física na Escola**, v. 4, n. 2, p. 22-27, outubro de 2003.

- Laburú, C. E., Arruda, S. M., Nardi, R. Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências. **Revista Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 247-260, dezembro de 2003.
- Macedo, H. T., Macedo, C. A. Propriedades Mecânicas e Geométricas de Objetos Delgados e Poligonais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, n. 2, p.196-200, junho de 2002.
- Magalhães, M. G. M et al. Utilizando Tecnologia Computacional na Análise Quantitativa de Movimentos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, n. 2, p.97-101, junho de 2002.
- Medeiros, A., Medeiros, C. F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira do Ensino da Física**, v. 24, n. 2, p. 77-86, junho de 2002.
- Moismann, V. L. F. et al. Determinação dos Coeficientes de Atrito Estático e Cinético Utilizando-se a Aquisição Automática de Dados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, n. 2, p.146-149, junho de 2002.
- Neto, O. N. Soluções Eletrônicas para Cálculos de Velocidade em Acidentes de Trânsito. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, n. 2, p.124-128, junho de 2002.
- Nogueira, J. S. et al. Utilização do Computador como Instrumento de Ensino: Uma Perspectiva de Aprendizagem Significativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 22, n. 4, p.517-522, dezembro de 2000.
- Piaget, J. **A Epistemologia Genética**. Petrópolis, Rio de Janeiro: Ed. Vozes, 1972.
- Resende, F. Desenvolvimento e Avaliação de um Sistema Hiperídia para Facilitar a Reestruturação Conceitual em Mecânica Básica. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 18, n. 2, p. 197-213, agosto de 2001.
- Rohling, J. H. et al. Produção de Filmes Didáticos de Curta Metragem e CD-Rom's para o Ensino de Física. **Revista Brás. de Ensino de Física**, vol. 24, n. 2, p.168-175, junho de 2002.
- Rosa, P. R. S. O Uso de Computadores no Ensino de Física. Parte I: Potencialidades e Uso Real. **Revista Brasileira do Ensino da Física**, v. 17, n. 2, p. 182-195, junho de 1995.
- Santos, A. V., Santos, S. R., Fraga, L. M. Sistema de Realidade Virtual para Simulação e Visualização de Cargas Pontuais Discretas e Seu Campo Elétrico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, n. 2, p.185-195, junho de 2002.
- Silva, R., Felício, J. R. D. Simulação Monte Carlo com Repesagem Aplicada ao Calor Específico de Sólidos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, n. 2, p.103-109, junho de 2002.
- Silva, W. P. et al. Apresentação do Software Educacional 'Vest21 Mecânica'. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, n. 2, p.221-231, junho de 2002.
- Silva, W. P. et al. Velocidade do Som no Ar: Um experimento Caseiro com Microcomputador e Balde de Água. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.25, n.1, p.74-80, março de 2003.
- Veit, E. A., Teodoro, V. D. Modelagem no Ensino / Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. **Revista Brasileira do Ensino da Física**, v. 24, n. 2, p. 87-96, junho de 2002.
- Veit, E. A., Mors, P. M. Ilustrando a Segunda Lei de Newton no século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 24, n. 2, p.176-184, junho de 2002.
- Yamamoto, I., Barbeto, V. B. Simulações de Experiências como Ferramenta de Demonstração Visual em Aulas de Teoria de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 23, n. 2, p.215-225, junho de 2001.