

AVALIAÇÃO DA HIPERMÍDIA NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA: O CASO DA GRAVITAÇÃO

Hypermedia evaluation in the physics teaching and learning process: the gravitation case

Daniel Iria Machado¹

Plácida L. V. Amorim da Costa Santos²

Resumo: Neste artigo são apresentados os principais resultados obtidos em uma atividade realizada para avaliar um software hiperídia destinado ao ensino e à aprendizagem da Física. Para a realização desta pesquisa, foi desenvolvido, aplicado e avaliado um sistema hiperídia para o ensino de Gravitação, com base nas pesquisas em ensino de Ciências. Foram considerados também os princípios fundamentais que caracterizam a hiperídia enquanto linguagem que permite o acesso não-linear à informação e a apresentação desta com a utilização dos recursos gráficos, sonoros, interativos e de animação do computador, e ainda suas implicações para as práticas de ensino. A maior parte dos professores e dos estudantes envolvidos na pesquisa avaliou positivamente o software quanto a seus aspectos técnicos, pedagógicos e motivacionais. O estudo forneceu evidências de que a hiperídia contribui para a aprendizagem de Física de modo motivador e significativo para os alunos do ensino médio.

Unitermos: construtivismo; ensino de Ciências; ensino de Física; Gravitação; hiperídia.

Abstract: *In this article the author presents the main results from an activity carried out to evaluate hypermedia software designed for teaching and learning in physics. A hypermedia system for teaching gravitation, which was based on research in science teaching, was developed to carry out the research. The basic principles that characterize hypermedia as a language that allows the non-linear access to information is considered, and its presentation through the use of sound, graphics, interaction and animation. The implications for the practice of teaching are also considered. Most teachers and students involved in the research made a positive evaluation of the technical, pedagogic and motivational aspects of the software. The study provided evidence that hypermedia contributes to High School students learning of physics in a motivated and meaningful way.*

Keywords: *constructivism; Science teaching; Physics teaching; Gravitation; hypermedia.*

Introdução

Em uma sociedade na qual Ciência e Tecnologia apresentam-se com alto grau de desenvolvimento, trazendo implicações profundas para o modo de vida dos indivíduos, a informática destaca-se por sua presença e sua influência marcantes na dinamização das atividades de um número cada vez maior de setores da sociedade.

À educação atual cabe um papel fundamental na preparação dos indivíduos para esta sociedade, fornecendo-lhes uma formação científica e tecnológica sólida e contribuindo

¹ Doutorando em Educação para a Ciência pela UNESP (Bauru); professor da UNIOESTE (Foz do Iguaçu); membro do Grupo de Pesquisas em Ensino de Ciências da UNESP (Bauru). E-mail: dpedm@uol.com.br. Com apoio do CAPES.

² Doutora em Linguística e Semiótica pela FFLCH/USP (São Paulo); docente do Departamento de Ciência da Informação e do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da UNESP; coordenadora do Grupo de Pesquisa "Novas tecnologias em informação" da GPNTI/UNESP, FFC (Marília).

para que tenham a desenvoltura necessária para atuar em uma sociedade na qual a circulação de informações passa a ser um aspecto essencial.

As tecnologias da informação, que se vêm consolidando com o aperfeiçoamento dos meios de comunicação em conjunto com a informática, fornecem amplas perspectivas para a melhoria das práticas educacionais, disponibilizando novos recursos para a atuação do professor e para que o educando possa reelaborar a informação de forma ativa e criativa, expressando um trabalho de reflexão pessoal.

Neste artigo são apresentados os principais resultados obtidos em uma pesquisa realizada para avaliar um software destinado ao ensino e à aprendizagem da Física, elaborado com a tecnologia da informação denominada hipermídia.

Para a realização dessa investigação, foi desenvolvido o software hipermídia *Gravitação Universal*, destinado ao estudo da Gravitação no ensino médio, com base em resultados das pesquisas em ensino de Ciências e considerando-se princípios básicos para a implementação de sistemas hipermídia. Esse software foi utilizado em uma atividade educacional envolvendo uma turma do ensino médio e foi avaliado por estudantes e professores de Física, mediante um conjunto de três instrumentos distintos.

Buscou-se nesta pesquisa identificar aspectos positivos e desfavoráveis do software quanto a sua estrutura e seu funcionamento, suas possibilidades para a aprendizagem e seus aspectos motivacionais.

O construtivismo cognitivista

Uma abordagem para o ensino de Ciências visando a contribuir para a melhoria das práticas pedagógicas é o *construtivismo*, segundo o qual o aprendizado e o desenvolvimento do conhecimento exigem um processo de construção por parte do aluno. Referimo-nos neste trabalho especificamente ao chamado construtivismo cognitivista, envolvendo idéias de AUSUBEL e PIAGET, dentre outros autores.

Para AUSUBEL (*apud* MOREIRA, 1985), o conceito central é a *aprendizagem significativa*, processo pelo qual uma informação nova relaciona-se com conceitos ou proposições relevantes já existentes na estrutura cognitiva do educando, os quais funcionam como pontos de ancoragem.

Considera-se que esse tipo de aprendizagem deva ser preferível à *aprendizagem mecânica*, em que as novas informações aprendidas estabelecem pouca ou nenhuma associação com conceitos relevantes da estrutura cognitiva, ocorrendo um armazenamento de forma arbitrária, uma vez que a maioria das crianças em idade escolar já possui um conjunto de conceitos básicos que permite a ocorrência da aprendizagem significativa.

Na teoria de AUSUBEL, uma idéia básica é que um dos fatores mais importantes que influenciam o aprendizado é o saber já adquirido pelo aluno, e ao professor caberia identificar isso e ensinar conforme aquilo que foi identificado.

Na abordagem de PIAGET, como expõe ABIB (1988), um aspecto de grande importância a ser observado na aprendizagem é o nível de desenvolvimento cognitivo em que o estudante encontra-se, pois isso determina aquilo que ele está apto a aprender pelo grau de maturidade de suas estruturas cognitivas e pelas idéias e conceitos que já apresenta.

Segundo MOREIRA (1985), na óptica de PIAGET, educar consiste, de forma geral, em provocar o desequilíbrio na mente do educando, de modo compatível com seu nível de desenvolvimento, para que ele, ao procurar o reequilíbrio, reestruture-se cognitivamente e aprenda. A aprendizagem ocorre quando há acomodação e é considerada um processo ativo, no qual é importante uma postura ativa por parte do estudante, que também possui responsabilidade na aprendizagem.

Sob o enfoque piagetiano, desenvolvem-se os estudos psicogenéticos, que permitem a caracterização de níveis ou estágios de elaboração de idéias sobre um determinado conceito a partir da análise das respostas de diversos indivíduos, incluindo crianças ou adolescentes, em situações problemáticas especialmente construídas.

Segundo CARVALHO *et al.* (1990, p. 66), os trabalhos envolvendo a psicogênese permitem entender melhor de que modo “[...] um indivíduo constrói um determinado conceito ou aspecto da realidade, além de registrar e explicar as etapas pelas quais esse indivíduo passa, bem como os mecanismos de passagem de uma etapa para outra”.

Esse conhecimento permite maior embasamento do professor ao abordar um determinado conceito, dando-lhe melhores condições para a escolha dos procedimentos em sala de aula, levando em consideração os alunos e compreendendo melhor as idéias que eles venham a manifestar sobre o conceito em questão durante sua evolução conceitual. Esse saber contribui também para que o professor esteja mais ciente de como pode intervir para desequilibrar as estruturas cognitivas do estudante e favorecer seu reequilíbrio em um nível melhor.

Os estudos sobre a psicogênese de conceitos e suas aplicações na prática de ensino mostram que o conhecimento é construído e os professores podem intervir nessa construção, colaborando para o desenvolvimento e aperfeiçoamento dos estudantes.

Uma proposta discutida é a utilização dos estudos psicogenéticos na condição de ponto de apoio para a escolha e ordenação de conteúdos a serem ensinados de forma que melhor se adaptem às possibilidades de assimilação do aluno. Para isso, conforme consideram NARDI e CARVALHO (1990), deve-se observar também que os níveis operatórios dos indivíduos não são estabelecidos de forma rígida na teoria de PIAGET, pois há diversos fatores geradores de diferenças entre as pessoas, dentre os quais a influência sócio-cultural.

Para exemplificar essas possibilidades, ao se questionar sobre a faixa etária mais apropriada para o ensino do conceito de campo gravitacional, cujo entendimento é fundamental no estudo da Gravitação Universal, pode-se observar, com base no estudo psicogenético realizado por NARDI e CARVALHO (1990), que sujeitos a partir dos 15 anos de idade já apresentam, em geral, concepções mais elaboradas que possibilitam o entendimento desse conceito.

Os resultados da pesquisa de NARDI e CARVALHO (1990) mostram que indivíduos nessa faixa etária, em geral, já são capazes de compreender as seguintes propriedades: a) o campo existe em todos os pontos em torno de uma fonte geradora; b) a atuação da força do campo depende da distância da fonte geradora segundo leis matemáticas; c) o campo é uma grandeza vetorial, isto é, deve ter uma direção e um sentido; d) a ação entre dois corpos leva tempo para ocorrer, isto é, não é instantânea.

Observa-se, assim, que a introdução do estudo da gravitação universal já na primeira série do ensino médio é viável no que concerne ao entendimento dos indivíduos quanto ao conceito de campo gravitacional, pois nesta série a maioria já está por volta dos 15 anos de idade. Entretanto, caso se detecte em sala que os estudantes ainda não dispõem das condições necessárias para o entendimento adequado do conceito, deve-se trabalhar com atividades desequilibradoras que possibilitem esse desenvolvimento.

As pesquisas em ensino de Ciências, dentre elas os estudos psicogenéticos, revelaram que os estudantes apresentam uma série de idéias sobre a realidade na qual vivem, derivadas de suas experiências cotidianas, e que não são compatíveis com os conhecimentos científicos. Essas idéias foram denominadas conceitos ou concepções intuitivos, espontâneos ou alternativos. Essas concepções prévias podem diferir razoavelmente das idéias que se quer ensinar e podem ser resistentes a mudanças, influenciando, dessa forma, a aprendizagem.

Constituem exemplos de concepções alternativas relacionadas ao tema *gravitação*, que ocorrem na forma de padrões de pensamento repetidos por indivíduos distintos e em locais diferentes (TEODORO & NARDI, 2001):

- a) pensar que toda força requer um meio material para se propagar;
- b) considerar que a gravidade depende da presença de atmosfera e explicar a “flutuação” dos astronautas em função da ausência de atmosfera;
- c) estimar que os corpos não têm peso no vácuo;
- d) avaliar que os corpos celestes (Sol, Lua e estrelas, por exemplo) não “caem” pelo fato de estarem fora do alcance da força atrativa da Terra;
- e) prever que um corpo mais pesado atinge o chão antes de um mais leve ao serem abandonados nas mesmas condições iniciais;
- f) conceber que a força age sempre na mesma direção do movimento;
- g) supor que a força gravitacional age sobre um corpo somente durante o movimento de descida.

Para DINIZ (1996), os estudos sobre concepções alternativas mostram a importância de se compreender mais profundamente os conceitos e idéias de alunos e professores, procurando desenvolver procedimentos educacionais que produzam aprendizagem significativa, implicando em reestruturação para melhor de suas noções.

Segundo PINES e WEST (1986), quando o estudante traz consigo concepções espontâneas que entram em grande conflito com o conhecimento formal a ser apresentado na escola, por exemplo, ao se deparar com a Física newtoniana e possuir ainda visões próximas da Física aristotélica, a mudança conceitual faz-se necessária. O aprendizado nessa situação envolve a transferência de compromettimentos pessoais de um conjunto de crenças para outro, o que supõe o questionamento da realidade, o abandono de idéias que foram estabelecidas durante um grande período de tempo e o comprometimento com o novo conjunto de idéias que são completamente incongruentes com as idéias antigas.

Para PINES e WEST (1986), o processo de mudança conceitual não deve ser enfocado na condição de única possibilidade na aprendizagem. Ele parece ser adequado nas situações em que há idéias ou teorias conflitantes. Há também situações na aprendizagem em que o estudante não necessita abandonar completamente seus compromettimentos antigos mais profundos, pois não há choque com a realidade, e a realidade do estudante pode ser integrada ao conhecimento escolar sem grande conflito. Nessa situação, os conceitos formais apresentados na escola acabam por reforçar as idéias e concepções que os estudantes possuem sobre o mundo, integrando-as em um todo mais amplo, num processo de resolução conceitual. Uma outra situação é quando, em uma certa área de aprendizagem, há pouco conhecimento espontâneo que possa interagir com o conhecimento simbólico e formal a ser ensinado. É uma situação em que o aluno tenta adquirir um conhecimento simbólico puro e há pouco suporte intuitivo e experiencial. Para a ocorrência de aprendizagem significativa, os estudantes necessitarão integrar e diferenciar o conhecimento simbólico em sua estrutura cognitiva, em vez de simplesmente aprender informações de modo isolado e memorizar listas de proposições, num processo denominado desenvolvimento conceitual.

Segundo CARVALHO *et al.* (1990), a opção pelo ensino construtivista implica considerar relevantes as idéias prévias dos alunos, na qualidade de algo em evolução e que passa por etapas evolutivas. As concepções espontâneas surgem naturalmente no desenvolvimento do indivíduo, pois ele interage constantemente com o ambiente, retirando informações que serão usadas em outras interações. Essas noções são de grande importância para que o aprendiz possa alcançar no futuro idéias aceitas na condição de científicas.

Segundo MORTIMER (1995), o programa de pesquisa denominado *Movimento das concepções alternativas* teve grande influência, gerando diversos estudos que ajudaram a ampliar o conhecimento empírico sobre as concepções dos estudantes. Conforme expõe MORTIMER, os resultados dessas pesquisas contribuíram para fortalecer uma visão construtivista do processo de ensino e aprendizagem, em que apresentam papel importante o envolvimento ativo do aprendiz na construção do conhecimento e as idéias prévias dos estudantes.

A essa visão de aprendizagem foi associado o modelo de *mudança conceitual*, no qual o objetivo central é promover a mudança das concepções dos indivíduos de um conjunto de conceitos para outro, considerado científico e incompatível com o primeiro. Nesse modelo, torna-se fundamental promover situações em que as concepções dos estudantes sejam evidenciadas e realizar atividades que gerem conflito cognitivo, permitindo a construção de novas idéias e o abandono das antigas (MORTIMER, 1995).

Embora se reconheça o valor do ensino por mudança conceitual, que representou uma ruptura em relação ao ensino por transmissão de conteúdos, valorizando a estrutura cognitiva do estudante e sua lógica de construção do conhecimento, esse modelo está sujeito a diversas críticas (CACHAPUZ, PRAIA & JORGE, 2000).

Conforme expõe MORTIMER (1995), os estudantes teriam dificuldade em reconhecer e vivenciar o conflito cognitivo, existindo tendência à proteção dos conceitos existentes e à manutenção inalterada de idéias prévias. Mesmo reconhecendo a existência de conflito, os estudantes poderiam construir hipóteses *ad-hoc* para preservar seu conjunto de crenças. Além disso, MORTIMER observa que, no processo de construção de uma nova idéia, as lacunas existentes na estrutura cognitiva dos estudantes podem ser tão importantes quanto o conflito entre conceitos novos e antigos, pois a falta de informações para interpretar novos resultados constitui um grande obstáculo.

Para MORTIMER (1995), um modelo teórico alternativo para analisar a evolução conceitual em sala de aula deveria considerar a possibilidade de se usar diferentes formas de pensar em diferentes domínios e admitir que, em certas ocasiões, uma nova idéia poderia ser construída de modo independente das idéias anteriores, em vez de resultar da acomodação de estruturas conceituais existentes. Nesse enfoque, o progresso das idéias dos estudantes é compreendido em termos da evolução de um *perfil conceitual*, "em que as novas idéias adquiridas no processo de ensino-aprendizagem passam a conviver com as idéias anteriores, sendo que cada uma delas pode ser empregada no contexto conveniente" (MORTIMER, 1995, p. 58).

CACHAPUZ, PRAIA e JORGE (2000) observam que, na abordagem proposta no ensino por mudança conceitual, foram deixados em segundo plano os aspectos afetivos, fundamentais na aprendizagem, valorizando-se quase que só a aprendizagem dos conteúdos conceituais. Também foram esquecidos a trajetória da construção do conhecimento e seus contextos sociais e culturais. Não foram incluídas nessa perspectiva as questões atitudinais e éticas relacionadas à educação científica.

Segundo KRASILCHICK (2000), ao final da Guerra Fria, com o agravamento dos problemas sociais e econômicos e a intensificação da competição tecnológica, tornou-se necessário preparar os estudantes para compreender a natureza, o significado e as implicações da Tecnologia em suas vidas, desenvolvendo consciência de sua responsabilidade na condição de membros da sociedade e adquirindo condições para participar ativamente da tomada de decisões com conseqüências para si mesmos e a sociedade.

É fundamental que a dimensão cultural do ensino de Ciências seja mais valorizada, visando à formação geral do cidadão e ao desenvolvimento de seu espírito crítico. Na

educação científica importa discutir as relações entre Ciência e poder, seu comprometimento com as mudanças sociais e a responsabilidade social dos cientistas na sociedade contemporânea (ZANETIC, ca. 1990).

Relacionar as Ciências à vida diária e às experiências dos estudantes é essencial, e isso demanda a compreensão de sua conexão íntima com problemas complexos de ordem ética, religiosa, ideológica, cultural e étnica, e “as relações com o mundo interligado por sistemas de comunicação e tecnologias cada vez mais eficientes com benefícios e riscos no globalizado mundo atual” (KRASILCHICK, 2000, p. 89).

Na perspectiva *Ensino por pesquisa*, por exemplo, CACHAPUZ, PRAIA e JORGE (2000) consideram que as problemáticas ético-sociais constituem um aspecto central, afirmando a pertinência de se analisar situações dilemáticas que contribuam para a reflexão, a tomada de decisões fundamentadas e a construção de valores, sem imposições.

Segundo TRIVELATO (1993), cabe ao ensino de Ciências promover a alfabetização científica do cidadão de hoje, fornecendo-lhe ferramentas intelectuais úteis para viver, propiciando a aquisição de habilidades de estudo e investigação, proporcionando melhor compreensão da natureza, desenvolvendo habilidades cognitivas elevadas, a racionalidade, o senso crítico e a capacidade de tomar decisões.

Essa alfabetização deve possibilitar que o indivíduo compreenda as relações entre a Ciência, a Tecnologia e a sociedade, capacitando-o a opinar conscientemente sobre os rumos da Ciência e Tecnologia, que influenciam sua vida, proporcionando recursos para melhorá-la e, também, desenvolvendo habilidades para inserir-se em um mercado de trabalho influenciado por esses elementos.

O emprego da História da Ciência é outra estratégia considerada relevante por diversos educadores para auxiliar o processo de ensino de Ciências. Como observam NARDI e CARVALHO (1990, p. 63), considerando-se a “[...] aprendizagem como um processo de construção de conhecimentos e a evolução histórica como descrição de uma evolução de conhecimentos também, entendemos ser possível extrair desta elementos importantes que possam ser utilizados na análise daquela”. Mediante a abordagem histórica, com a busca da história de certas idéias, conceitos e conteúdos, procurando compreender sua seqüência e evolução, o ensino pode evidenciar o conhecimento científico enquanto objeto de construção.

Para CASTRO e CARVALHO (1992), a introdução da dimensão histórica no ensino possibilita que o conhecimento científico, uma construção gradual e sofisticada da mente humana, possa ser encarado não na condição de produto acabado, algo passível de mera transmissão ou revelação, mas sim enquanto conhecimento a ser elaborado.

Dessa forma, é possível tornar o conteúdo científico mais interessante e compreensível, por ser aproximado do universo cognitivo do aprendiz e do próprio homem, que constrói suas concepções ao longo de sua história a partir da interação com a realidade.

Como consideram CASTRO e CARVALHO (1992), um recurso que pode ser usado nas práticas em sala de aula é as chamadas atividades dialógicas, nas quais se realiza um diálogo entre o processo de construção da Ciência pelos cientistas e o processo de construção efetuado pelos alunos. Nessas atividades, a partir de questões levantadas pelos alunos ou de concepções que eles apresentam, busca-se identificar na história da Ciência o modo pelo qual as dificuldades foram vencidas ou de que forma os cientistas lidaram com problemas semelhantes aos enfrentados pelos alunos.

Verifica-se, em certos casos, semelhanças entre alguns questionamentos de cientistas e os questionamentos dos alunos, ou entre explicações ou concepções elaboradas pelos alunos e as teorias elaboradas por cientistas. Os estudos psicogenéticos de NARDI (1994) mostram

semelhanças entre idéias ou modelos apresentados por estudantes e aqueles registrados ao longo da história da evolução das idéias que resultaram no conceito de campo. Por exemplo, os modelos apresentados por alguns alunos ao serem indagados sobre a atuação do campo gravitacional da Terra – cuja idéia principal é um limite para a atração que coincide com o fim da atmosfera, em que um corpo é atraído se estiver dentro desse limite e flutua ou é atraído para outro planeta se estiver fora – são semelhantes ao *orbis virtutis* de GILBERT (1600).

A utilização da história da Ciência no ensino é relevante também, porque os esclarecimentos obtidos por intermédio dela podem ser aplicados, ainda hoje, para esclarecer aspectos essenciais da investigação científica.

Visando a encontrar alternativas educacionais que viabilizassem o desenvolvimento de uma visão mais amadurecida sobre a natureza da Ciência, foram realizadas pesquisas envolvendo o uso de currículos alternativos, iguais às apresentadas por LEDERMAN (1992), em que se utilizaram materiais derivados da História da Ciência e da Filosofia da Ciência e que procuravam ressaltar as interações entre a Ciência, a Tecnologia e a sociedade. Essas experiências em educação indicaram que, quando comparado ao emprego de currículos tradicionais, esses currículos alternativos mostravam um aumento significativo na compreensão da natureza da Ciência.

Em estudo aplicando a história da Ciência a turmas de Física e Química do ensino médio, SOLBES e TRAVER (2001) constataram que a introdução a aspectos da história e da sociologia da Ciência pode contribuir para a melhoria da imagem que os estudantes têm da Ciência e de seu ensino e para modificar positivamente suas atitudes em relação a essas atividades, favorecendo o aumento do interesse pela Ciência.

Outro ponto de grande importância na educação científica relaciona-se aos problemas e questionamentos, uma vez que, conforme argumentam BASTOS, NARDI e DINIZ (2001), estão indissociavelmente relacionados aos conhecimentos científicos desde sua origem e podem ser usados enquanto ponto de partida para o processo de ensino e aprendizagem. Esses autores consideram que, para compreender corretamente os conceitos científicos, os estudantes necessitam questionar periodicamente suas interpretações da fala do professor, do texto do livro e dos fenômenos observados, dentre outras informações acessadas, pois suas noções podem sofrer a influência de conhecimentos prévios e de outros elementos de sua estrutura cognitiva.

Para CARVALHO *et al.* (1990), um problema pode ser definido considerando-o uma situação que apresenta dificuldades para as quais não há solução evidente. A resolução de problemas propicia situações para a aplicação dos conhecimentos estudados, possibilitando ao estudante verificar seu grau de compreensão do conteúdo e ajudando-o a perceber os pontos que ainda necessitam ser entendidos de forma mais adequada.

Os problemas podem ser formulados de modo a contribuir para o relacionamento da teoria com situações concretas do dia-a-dia, auxiliando o entendimento de fenômenos comuns no cotidiano, e evidenciar relações entre Ciência, Tecnologia e sociedade, mediante o contexto do exercício, acrescentando informações e gerando reflexões que contribuam para a cultura do estudante.

Os problemas exigem uma postura ativa na busca de sua resolução e criam condições para que as concepções espontâneas dos estudantes sejam evidenciadas e questionadas, contribuindo, desse modo, para a ocorrência de acomodação. Eles estimulam, dessa forma, o raciocínio, a reflexão e a habilidade de encontrar soluções para situações problemáticas, apoiando o desenvolvimento cognitivo dos educandos. Entretanto, os problemas devem ser compatíveis com o nível de amadurecimento e os conhecimentos do indivíduo, a fim de que

ele tenha estímulo adequado a seu crescimento e não desista do empreendimento por falta de condições.

Os resultados da pesquisa em educação indicam diversas possibilidades para a prática de ensino, fornecendo subsídios para embasar o conteúdo a ser ensinado, a metodologia aplicada e a avaliação da aprendizagem com a utilização da hipermídia.

Hipermídia no ensino de Física

A hipermídia, que se desenvolveu com o advento da informática, é um sistema para a representação do conhecimento no qual as informações podem ser examinadas de modo não-linear, ou seja, na ordem desejada pelo leitor. A essência da hipermídia encontra-se nas relações entre os nós ou janelas onde a informação é apresentada. Esses sistemas são compostos por uma rede de nós que se comunicam mediante relações chamadas *links*, que permitem ao leitor viajar no documento de um lugar (nó) a outro, instantaneamente, conectando as informações contidas no banco de dados, que se podem apresentar em formato multimídia.

Segundo BABBITT e USNICK (1993), a hipermídia é um ambiente ideal para auxiliar os estudantes a estabelecerem conexões entre os assuntos estudados, pois possibilita criar facilmente ligações entre conceitos, definições, representações e aplicações relacionadas, ampliadas com a adição de som, movimento e gráficos. A rede de conhecimentos resultante dessas conexões tem o potencial de ser mais rica e forte que o conhecimento obtido com apresentações tradicionais.

A hipermídia torna possível o desenvolvimento de sistemas que facultam ao aluno a exploração de um banco de informações conforme suas dúvidas e interesses, optando pelas conexões da forma que desejar. Esse processo permite a construção ativa de conhecimentos, predispondo a descoberta de idéias, temas ou fatos num ambiente de informações e estimulando o desenvolvimento do espírito crítico por requerer participação constante, observação e atribuição de valores.

TROTTER (1989) entende que a hipermídia apresenta duas características consideradas consistentes para a aprendizagem: mantém o estudante no controle, solicitando-lhe que realize escolhas constantemente, e permite abordar qualquer tópico utilizando diversos tipos de mídia. Ter opções de escolha e variedade contribui para diminuir a probabilidade de que os estudantes sintam-se entediados; e a utilização de diversas modalidades de mídia amplia as oportunidades para a aprendizagem, porque texto, gráfico e som reforçam-se uns aos outros.

MARCHIONINI (1988) observa três características dos sistemas hipermídia com potencial significativo para as atividades educacionais:

- 1) Possibilitam reunir grandes coleções de material didático em uma variedade de meios e em um volume reduzido, com acesso fácil e rápido. Esses materiais podem ser inter-relacionados de maneiras diversas com *links* que sugerem caminhos pela informação e conectam o estudante a materiais de suporte, dentre os quais dicionários e enciclopédias.
- 2) Constituem um meio habilitador e não-diretivo, oferecendo altos níveis de controle pelo estudante, que pode optar por seguir trilhas bem marcadas ou abrir caminho por novas trilhas, conforme suas habilidades e objetivos. A hipermídia requer que o estudante tome decisões constantemente e avalie seu progresso, exigindo a utilização de habilidades de pensamento de ordem superior.
- 3) Apresentam potencial para alterar os papéis de professores e alunos e as interações críticas entre eles. A hipermídia permite que os estudantes criem associações e interpretações únicas da informação em um hiperdocumento, as quais podem ser

gravadas, revistas, modificadas e compartilhadas com outros estudantes e com os professores mediante a constituição de trilhas pela informação, proporcionando experiências mais ricas e desafiadoras e estimulando uma interação constante entre eles.

Na hipermídia, as informações podem ser apresentadas por meio de outras linguagens além da verbal, utilizando-se recursos gráficos, sonoros, interativos e de animação do computador para facilitar o entendimento da teoria e de exemplos, ilustrar e enriquecer o conteúdo, motivar a aprendizagem e tornar mais estimulante a resolução de problemas.

A semiótica, definida por NÖTH (1995, p. 19), de uma forma ampla, enquanto “ciência dos signos e dos processos significativos (semiose) na natureza e na cultura”, mostra que a hipermídia, ao utilizar-se de recursos audiovisuais, envolve signos de diferentes categorias, que exercem efeitos distintos sobre o receptor da mensagem, possibilitando explorar não só os aspectos intelectivos e racionais da aprendizagem, mas também os aspectos afetivos e motivacionais. Possibilita também compreender a hipermídia enquanto *interface* que favorece a exploração ativa pelo estudante dos múltiplos aspectos de um determinado objeto de estudo.

O trabalho com a hipermídia permite o desenvolvimento da aprendizagem quanto à leitura dos signos que compõem a linguagem do audiovisual, tão presente hoje nos meios de comunicação de massa e com características distintas da linguagem verbal, contribuindo, desse modo, para a criticidade dos estudantes, haja vista os efeitos subliminares de certas informações veiculadas na mídia.

Um sistema hipermídia pode ser estruturado de forma que, por exemplo, a partir de uma tela em que constam as leis físicas fundamentais para a compreensão de um determinado fenômeno, possam ser acessadas, na ordem que se desejar, outras telas, nas quais são apresentadas aplicações tecnológicas relacionadas a esses princípios e suas repercussões na sociedade, biografias de cientistas que colaboraram no desenvolvimento dessas idéias, a evolução dos conceitos ao longo da história, resultados recentes da pesquisa científica que envolvam os conceitos sob análise ou ainda questões e problemas que estimulem a reflexão e favoreçam a compreensão aprofundada das idéias, ilustrados com figuras, animações e sons.

Desse modo, ao percorrer um sistema hipermídia, o estudante pode estabelecer, conforme seu interesse, diversas associações entre os assuntos inter-relacionados, mediante uma exploração ativa que favorece a ampliação de sua visão sobre um determinado tema de estudo, sua capacidade de associar idéias e a integração de novos conceitos em sua estrutura cognitiva.

Além disso, como expõem CAMPOS (1994) e LUCENA (1994), o uso da hipermídia traz vantagens associadas à informática educativa em geral, dentre as quais se destacam: a interação entre o computador e o aluno, com a retroalimentação conforme sua atuação, de forma imediata; a possibilidade de se dar atenção individual ao aluno; a possibilidade do aluno controlar seu próprio ritmo de aprendizagem e também a seqüência e o tempo desta; a apresentação das lições de modo criativo, atrativo e integrado, estimulando e motivando a aprendizagem; e a possibilidade de ser usada para avaliar o aluno.

Diversas pesquisas têm evidenciado o potencial da hipermídia para as práticas educacionais. PAOLUCCI (1998) mostrou que softwares hipermídia estruturados adequadamente podem ser utilizados enquanto sistemas de aprendizagem para aumentar o desempenho dos estudantes e os resultados por eles obtidos. Esse autor verificou que os sistemas hipermídia parecem proporcionar um meio efetivo para promover e desenvolver habilidades cognitivas de ordem superior.

Em pesquisa envolvendo o desenvolvimento e a avaliação de um software hipermídia para o ensino de Mecânica, REZENDE (2001) observou uma opinião favorável dos estudantes que utilizaram o sistema. Segundo os resultados obtidos pela autora, a hipermídia pode contribuir para a reestruturação e o desenvolvimento conceitual dos estudantes.

LIAO (1999), utilizando uma abordagem meta-analítica, comparou 46 estudos desenvolvidos entre 1986 e 1998 envolvendo ensino com a hipermídia (aulas utilizando videodiscos interativos acessados pelo computador, simuladores computacionais ou multimídia interativa) e ensino sem hipermídia (texto, ensino tradicional, ensino assistido pelo computador ou fitas de vídeo). Concluiu que os efeitos da utilização hipermídia sobre a aprendizagem foram positivos de modo geral. A hipermídia mostrou-se mais efetiva em análises que não envolveram grupo de controle e em pesquisas nas quais foi comparada ao ensino tradicional e à instrução com fitas de vídeo. Entretanto, a hipermídia mostrou-se levemente inferior nas investigações em que foi comparada ao ensino envolvendo texto e ao ensino assistido pelo computador.

A hipermídia pode também favorecer o processo educacional ao possibilitar que o estudante familiarize-se com as tecnologias da informação, com as quais deverá cada vez mais se deparar em seu dia-a-dia, considerando-se o aumento da utilização da informática nos diversos setores da sociedade e a queda dos preços dos equipamentos, tornando-os mais acessíveis.

Embora a hipermídia forneça novas perspectivas para a educação, são múltiplos os fatores que intervêm sobre o processo de ensino e aprendizagem com sua utilização. Essa tecnologia deve ser entendida na condição de ferramenta que, para favorecer a aprendizagem, precisa ser utilizada considerando-se criteriosamente a natureza complexa do processamento de informação realizado pelo ser humano (HEDE, 2002).

O courseware *Gravitação Universal*

Até o momento foram abordados alguns aspectos relativos ao ensino de Ciências e aos sistemas hipermídia. A seguir, são descritas as principais características e finalidades de um sistema hipermídia específico, denominado *Gravitação Universal*, procurando-se fornecer algumas indicações quanto à sua utilização segundo um enfoque construtivista.

O courseware *Gravitação Universal* é um aplicativo hipermídia destinado ao ensino da Gravitação no ensino médio. O termo courseware é empregado para denominar um software educacional utilizado na qualidade de material instrucional para a realização de um curso em determinada área do conhecimento.

Sua elaboração foi necessária no desenvolvimento da pesquisa relatada neste artigo para que fosse disponibilizado um sistema hipermídia reunindo características propícias para o estudo dessa tecnologia no processo de ensino e aprendizagem de Física no ensino médio, apresentando embasamento pedagógico a partir das pesquisas em ensino de Ciências, fundamentação científica adequada e razoável qualidade técnica.

O courseware apresenta os conceitos fundamentais da Gravitação, exemplos de aplicações, problemas e textos sobre temas relacionados ao assunto, fundo musical e um conjunto de fotografias, ilustrações, filmes e animações.

Sua estruturação foi realizada para possibilitar uma utilização de modo compatível com os princípios do cognitivismo construtivista, visando a:

- a) favorecer a compreensão da Ciência enquanto conjunto de conhecimentos em constante construção e evolução, introduzindo temas da história e da filosofia da Ciência.

- b) contribuir para o desenvolvimento das habilidades cognitivas com a resolução de problemas estimulantes relacionados aos temas em estudo, com apoio das orientações fornecidas pelo computador;
- c) contribuir para a ampliação da visão de conjunto dos estudantes por meio das associações de idéias facilitadas pelos *links* da hipermídia, que possibilitam a conexão imediata com assuntos inter-relacionados apontados no texto;
- d) estimular o interesse e a motivação dos estudantes no estudo da Física com a utilização de recursos audiovisuais e interativos do computador;
- e) favorecer a exploração ativa do banco de dados pelo estudante, que pode selecionar *links* da hipermídia segundo seus interesses;
- f) predispor a aprendizagem significativa da Física com a utilização de uma abordagem pedagógica que enfoca as relações entre Ciência, Tecnologia e sociedade, com temas relacionados ao desenvolvimento atual da Ciência, suas aplicações tecnológicas e suas implicações para a vida em sociedade, tornando mais próximo o contexto de ensino da realidade em que o estudante insere-se, contribuindo para seu enriquecimento cultural e o desenvolvimento de seu espírito crítico;
- g) estimular questionamentos dos estudantes, despertando sua curiosidade e seu senso crítico;
- h) possibilitar que o professor, enquanto orientador do processo de ensino e aprendizagem, proponha diversas questões para evidenciar concepções dos estudantes e contribua para uma reflexão que leve à integração de novos conceitos à sua estrutura cognitiva, favorecendo a reestruturação desta.



Figura 1 – Tela de abertura do courseware *Gravitação Universal*

As seguintes atividades, dentre outras possíveis, exemplificam de que maneira é possível que o professor oriente a utilização do courseware pelos estudantes, com base no construtivismo:

- 1) Sugestão de trilhas pelo courseware, incluindo a livre exploração pelos estudantes de *links* relacionados ao tema de estudo central de cada trilha, com o objetivo de favorecer o estabelecimento de novos conceitos mediante a integração do material disponibilizado no courseware com a estrutura cognitiva. Isso pode propiciar a criação de associações e interpretações pessoais da informação ao navegar pelo hiperdocumento e também o surgimento de situações de conflito cognitivo, quando os estudantes são levados a questionar suas próprias concepções na exploração de determinadas idéias.

- 2) Indicação de problemas do courseware para serem resolvidos pelos estudantes, procurando instigar o desenvolvimento cognitivo e o aprofundamento da compreensão dos conceitos em estudo, realizando-se, em seguida, a discussão dos pontos essenciais envolvidos.
- 3) Proposta de questões aos estudantes a partir do material explorado no courseware, com o intuito de estimular sua reflexão, evidenciar seu conhecimento e suas idéias a respeito de um tema, incluindo concepções alternativas, e fornecer subsídios para a elaboração de novas atividades que possam favorecer a aprendizagem dos conceitos em estudo.
- 4) Sugestão de novas trilhas pelo courseware, após o debate de questões propostas sobre um tema, visando a completar lacunas no entendimento e reforçar a compreensão de conceitos. Podem ser explorados, por exemplo, materiais que evidenciem os pontos fortes de um conceito científico cuja aprendizagem deseja-se consolidar e os pontos fracos de concepções alternativas relacionadas.
- 5) Além da navegação pelo courseware, pode-se acessar *websites* da Internet relacionados aos temas de estudo e consultar CD-ROMS, livros, revistas, jornais e enciclopédias para a complementação dos estudos e pesquisas realizadas no courseware, fornecendo recursos adicionais às atividades em sala de aula e intensificando as possibilidades para a aprendizagem incidental.

Para exemplificar essa metodologia, apresentam-se etapas em que o percurso de uma trilha é sugerido pelo professor, que propõe questões aos estudantes, debate as principais idéias relacionadas, e sugere outras trilhas para completar o estudo de determinados conceitos, estimulando também a exploração dos *links* que surgem em cada trilha:

- 1) Leitura do texto introdutório do módulo *Lei da Gravitação Universal*, que apresenta o conceito de força gravitacional e possui *links* com diversos temas ligados à Teoria da Gravitação, dentre os quais as pesquisas de Newton e Einstein em Gravitação, o desenvolvimento histórico do conceito de campo gravitacional, a formação do sistema solar, a descoberta do planeta Netuno, o envio de sondas espaciais, a Teoria do Big Bang e a Teoria da Relatividade Geral.
- 2) Acesso ao tópico *Campo Gravitacional*, em que o conceito de campo gravitacional é desenvolvido, levando também a *links* com os temas buracos negros, formação do sistema solar e evolução do conceito de campo gravitacional e um problema sobre a ação do campo gravitacional na superfície do planeta Terra.
- 3) Acesso ao tópico *Evolução do conceito de campo gravitacional*, que fornece uma visão histórica do desenvolvimento do conceito de campo gravitacional e da Teoria da Gravitação, apresentando *links* com as biografias de Aristóteles, Brahe, Copérnico, Galileu, Newton e Einstein, que contribuíram para a formulação da Teoria da Gravitação.
- 4) Proposta de questões aos estudantes, tais como: Pode o conhecimento científico ser considerado definitivo, ou seja, algo pronto e acabado? As idéias e pesquisas de outros pesquisadores possuem alguma importância para o trabalho do cientista?
- 5) Estímulo às respostas dos estudantes e debate das principais idéias expostas, com base nos textos trabalhados. Considerando as questões sugeridas acima, por exemplo, pode-se ressaltar o processo de construção gradativa do conhecimento científico, representando a melhor compreensão da realidade atingida até um determinado momento, incluindo a participação de diversos cientistas com trabalhos inter-relacionados.

6) Acesso ao módulo *História da Ciência* e leitura do texto *Modelos do Universo*, que permite aprofundar a idéia de evolução dos modelos científicos e as noções quanto às motivações para mudanças nas explicações científicas, apresentando *links* com as biografias de Aristarco de Samos, Ptolomeu, Copérnico, Kepler, Bruno e Galileu e textos sobre a primeira e a segunda leis de Kepler. Este texto, por sua vez, permite formular novas questões e motivar o estudo de novos temas.

A partir dessas trilhas iniciais, o professor pode indicar outros *links* para a exploração pelos estudantes, segundo seu planejamento dos conceitos que devem ser trabalhados. Essas etapas podem demandar algumas aulas para serem completadas e evidenciam a possibilidade de construir o conhecimento de modo natural a partir de uma rede de idéias interassociadas.

A diversidade de recursos e informações do courseware, permitindo uma exploração ativa, com diversos enfoques e utilização de diferentes linguagens, aproveitando também as idéias que o estudante já traz consigo devido a sua vivência no dia-a-dia, contribui para a compreensão e a associação das idéias em sua estrutura cognitiva, favorecendo o processo de ensino e aprendizagem.

O maior controle propiciado ao estudante na exploração do courseware pode também contribuir para o desenvolvimento de seu autodidatismo, fomentando o processo de aprender a aprender, uma habilidade que será útil ao estudante pelo resto da existência.

Aplicação e avaliação do *courseware* *Gravitação Universal*

Aplicação do *courseware*

Para a aplicação do courseware *Gravitação Universal* em um contexto que propicias-se sua avaliação no ensino de Física, foi realizada uma atividade envolvendo uma turma do segundo ano do ensino médio em um colégio estadual de Foz do Iguaçu, no estado do Paraná. Os estudantes não haviam estudado ainda o tema Gravitação Universal e possuíam conhecimentos básicos de Mecânica Clássica. A faixa etária dos alunos era adequada para se trabalhar o conceito de campo gravitacional, pois tinham idade superior a quinze anos.

O courseware foi aplicado nessa turma no período matutino, durante quatro semanas, com três aulas por semana em média, totalizando dez aulas no computador. Nessa turma, composta por vinte e oito alunos, o software de ensino foi utilizado de modo integrado ao currículo da escola. O número de aulas destinadas à atividade foi estabelecido tendo em vista o tempo mínimo necessário para se trabalhar os conceitos básicos da Gravitação Universal e os prazos para a entrega dos resultados das avaliações.

Existiam somente doze computadores disponíveis no laboratório de informática do colégio, demandando o compartilhamento de cada máquina por dois ou três estudantes, que interagiram entre si para definir os procedimentos a serem adotados na exploração do courseware.

Seguindo a metodologia sugerida anteriormente, a utilização do courseware foi orientada pelo professor, que atuou explicando aos estudantes os objetivos de cada aula, propondo o conjunto básico de informações teóricas a serem estudadas e indicando os problemas a serem resolvidos, recomendando trilhas a serem percorridas.

O professor acompanhou todas as atividades, ficando disponível para atender aos questionamentos dos estudantes conforme foram surgindo, propondo questões e realizando a discussão dos pontos essenciais. Os estudantes foram incentivados também a explorar o courseware conforme seu próprio interesse a fim de entrar em contato com outros temas de estudo além dos sugeridos pelo professor.

Avaliação da hipermídia

A avaliação do experimento incluiu a aferição da aprendizagem dos estudantes com a utilização de uma estratégia de avaliação contínua, a partir da entrega dos trabalhos solicitados durante as atividades em sala de aula. Em cada aula os estudantes deveriam entregar a solução dos problemas propostos e o resumo dos textos estudados em sala de aula.

O professor realizou uma observação livre, não estruturada, dos comportamentos e reações dos alunos durante as aulas, elaborando um relatório detalhado que também forneceu dados para a avaliação do experimento.

Após o desenvolvimento dos conteúdos propostos, foi aplicado um instrumento para avaliar a opinião dos alunos sobre o curso de Física com a utilização do computador. Esse instrumento, denominado *Questionário de opinião dos estudantes sobre o uso da hipermídia no curso de Física*, foi elaborado com base no questionário desenvolvido e validado por ATHAYDE (1990), incluindo itens para avaliar a influência do sistema hipermídia sobre a opinião quanto ao curso de Física e itens para avaliar a qualidade do software.

Para a avaliação da qualidade do courseware, foi elaborado também um instrumento contendo itens relativos a seu conteúdo, sua qualidade instrucional e sua qualidade técnica, denominado *Ficha de avaliação do courseware hipermídia Gravitação Universal*. Essa ficha foi elaborada com base na ficha desenvolvida e validada por ATHAYDE (1990) e foi destinada à avaliação do courseware por professores de Física do ensino médio e do ensino superior.

Resultados da avaliação da hipermídia

Observações em sala de aula

Mediante a observação realizada pelo professor em sala de aula, constatou-se que:

- a) Os estudantes aprenderam a utilizar o courseware rapidamente, sem maiores dificuldades para realizar a navegação pelo hiperdocumento, explorando os *links* existentes, acompanhando os exemplos e resolvendo os problemas propostos.
- b) Os estudantes demonstraram grande animação ao se dirigirem ao laboratório de informática, motivados pela possibilidade de utilizar os computadores no processo de aprendizagem.
- c) Os estudantes solicitavam espontaneamente explicações ao professor quando tinham alguma dúvida sobre o funcionamento do courseware. Em alguns casos, foi um pouco difícil atender aos chamados individuais prontamente, pois vários estudantes solicitavam atenção ao mesmo tempo. Isso poderia ser contornado com a presença de monitores para auxiliar o trabalho do professor. Entretanto, este fato mostrou que o courseware fornece liberdade para os estudantes estudarem os conceitos e resolverem os problemas segundo seu próprio ritmo, recebendo explicações à medida que necessitam.
- d) O envolvimento com o courseware fez com que praticamente não houvesse problemas com a disciplina em sala de aula, pois os estudantes ficavam muito entretidos interagindo com o programa.
- e) Em algumas aulas com o courseware, uma parte dos estudantes tendeu a dispersar-se após o término das atividades propostas, embora fossem incentivados a explorar os *links* do courseware, envolvendo-se com outros programas disponíveis nos computadores que utilizavam, exigindo em alguns casos a intervenção do professor. Contudo, de modo geral, os estudantes permaneceram envolvidos com o courseware, desenvolvendo as atividades propostas ou explorando-o livremente.

f) Em diversas aulas com o courseware houve comentários favoráveis à sua utilização. Ao final da segunda aula, por exemplo, um dos estudantes espontaneamente comentou com o professor que o courseware era “legal”. Houve estudantes que solicitaram uma cópia do programa para utilizarem em suas casas.

g) As queixas mais comuns durante o curso ocorreram em relação ao esforço necessário para a resolução de alguns problemas. Isso era esperado, pois os mesmos foram elaborados para desafiar os estudantes e estimular seu raciocínio. Os cálculos exigidos também eram um pouco mais difíceis do que os habituais, devido à utilização da notação científica, necessária nas operações envolvendo ordens de grandeza astronômicas.

h) Praticamente todos os estudantes procuraram resolver os problemas propostos no courseware, evidenciando que o apoio do courseware na montagem dos problemas, oferecendo dicas e retorno a cada tentativa ou esforço de solução, foi válido no sentido de estimular o raciocínio e a resolução dos problemas, mesmo àqueles estudantes que normalmente tenderiam a aguardar a solução proveniente do professor.

i) Houve preocupação dos estudantes em resolver os problemas também sem o auxílio do computador, motivando a entrega de listas adicionais de problemas para a resolução com papel e caneta após os estudos com o courseware. Isso parece ser importante a fim de que os estudantes sintam-se à vontade para transitar entre modos de representação da informação que exigem habilidades diferentes, possibilitando que o aprendizado com apoio do computador seja estendido facilmente às situações envolvendo o modo convencional de escrita e leitura.

j) Em várias aulas, muitos estudantes permaneceram envolvidos com o courseware após ter soado o sinal para se dirigirem ao outro prédio de aulas, muitas vezes desejando chegar ao final da resolução de um problema com apoio do computador. Isso exigiu até mesmo diálogo por parte do professor para lembrar aos estudantes sua responsabilidade em manter a pontualidade nas aulas que assistiriam em seguida. Tal ocorrência evidenciou a motivação e o interesse gerado pela interação com o computador, que estimulou os estudantes nas tarefas de compreender conteúdos e resolver problemas.

k) As ilustrações, imagens, vídeos e animações do courseware permitiram que a realidade estudada ficasse mais próxima dos estudantes, facilitando os comentários do professor e os debates promovidos. Tal fato mostrou a relevância da utilização da multimídia no ensino, possibilitando maneiras mais ricas de se representar as informações em estudo.

l) Duas estudantes que trabalhavam em dupla indagaram, em uma das aulas, sobre uma figura do courseware que haviam acessado espontaneamente, a partir de um *link* existente em um dos textos propostos para leitura, possibilitando que recebessem algumas explicações sobre a Teoria da Relatividade, que a princípio não seria abordada no curso. Também se observou que a maior parte dos estudantes explorou conexões do courseware que não haviam sido explicitamente propostas pelo professor durante o estudo de um determinado tema. Isso revelou o potencial da hipermídia para a aprendizagem incidental, favorecendo a exploração de temas segundo o interesse dos estudantes e a ampliação de seu conhecimento com o ativamento de *links*, ao mesmo tempo em que possibilita o enriquecimento das aulas com temas e questões trazidos pelos próprios estudantes.

As observações revelaram que, de modo geral, o courseware alcançou seus objetivos de tornar a aprendizagem mais motivadora e interessante, conseguindo gerar o engajamento dos estudantes nas atividades propostas. Também propiciou condições para

a aprendizagem incidental, além dos objetivos imediatos propostos pelo professor, mediante a exploração dos *links* disponíveis.

Questionário de opinião dos estudantes sobre o uso da hipermídia no curso de Física

O *Questionário de opinião dos estudantes sobre o uso da hipermídia no curso de Física* foi composto por 34 questões:

1. O visual do courseware de Física não é muito bom.
2. As aulas de Física no computador tornam a Física mais interessante.
3. O “contato visual” com a matéria de Física feito pelo computador torna as aulas interessantes.
4. Usar o computador para aprender Física é divertido.
5. Até hoje não aprendi quase nada usando o computador nas aulas de Física.
6. Os exemplos mostrados no courseware de Física me ajudam a raciocinar.
7. Não me lembro de nada do que vejo nas aulas de Física no computador.
8. Nas aulas de Física com computador não se aprende nada.
9. Não entendo nada das aulas de Física no computador.
10. As aulas de Física no computador são monótonas.
11. Não me sinto bem nas aulas de Física no computador.
12. É fácil “navegar” pelo courseware de Física.
13. Não entendo quase nada das aulas de Física com computador.
14. O courseware de Física não explica bem a matéria.
15. O esforço mental que o courseware de Física exige prejudica minha aprendizagem.
16. O courseware de Física faz com que eu descubra o significado dos fenômenos.
17. Ter aulas de Física no computador é uma maneira boa de aprender.
18. Ter aulas de Física no computador é uma maneira alegre de aprender.
19. As informações disponíveis no courseware de Física ampliam meu conhecimento sobre a Física.
20. As aulas de Física no computador despertam minha atenção.
21. As aulas de Física no computador descontraem a gente.
22. Posso aprender sozinho tudo o que preciso utilizando o courseware de Física.
23. Não compreendo os textos que são apresentados no courseware de Física.
24. As ligações existentes entre os assuntos no courseware de Física não acrescentam nada importante ao curso.
25. O courseware de Física explica bem aquilo que eu quero saber sobre Física.
26. Os movimentos feitos pelo computador e as dicas dadas por ele me ajudam a resolver os problemas.
27. As aulas de Física no computador me fazem aprender a raciocinar.
28. Saio das aulas de Física no computador do mesmo jeito que entrei.
29. Ver as imagens e os movimentos no courseware de Física facilita a aprendizagem.
30. O excesso de informação do courseware faz com que eu me perca.
31. O courseware de Física me ajuda a ver a ligação entre os assuntos estudados.
32. É difícil encontrar o local em que está um assunto que desejo estudar no courseware de Física.
33. As aulas de Física no computador são mais interessantes que na sala de aula.
34. A presença do professor foi importante para o entendimento da matéria apresentada no courseware de Física.

A partir das respostas a essas questões pelos estudantes que utilizaram o courseware Gravitação Universal, foi possível elaborar a Tabela 1, com freqüências e porcentagens.

Item	Polaridade	CONCORDO		SOU INDIFERENTE		DISCORDO		NÃO RESPONDEU	
		F	%	F	%	F	%	F	%
1	-	6	24%	5	20%	14	56%	0	0%
2	+	21	84%	0	0%	4	16%	0	0%
3	+	21	84%	1	4%	3	12%	0	0%
4	+	19	76%	2	8%	3	12%	1	4%
5	-	15	60%	3	12%	7	28%	0	0%
6	+	14	56%	4	16%	7	28%	0	0%
7	-	6	24%	3	12%	15	60%	1	4%
8	-	6	24%	4	16%	15	60%	0	0%
9	-	4	16%	6	24%	15	60%	0	0%
10	-	1	4%	2	8%	22	88%	0	0%
11	-	2	8%	4	16%	19	76%	0	0%
12	+	20	80%	5	20%	0	0%	0	0%
13	-	8	32%	4	16%	12	48%	1	4%
14	-	5	20%	3	12%	16	64%	1	4%
15	-	5	20%	6	24%	14	56%	0	0%
16	+	16	64%	6	24%	3	12%	0	0%
17	+	15	60%	4	16%	5	20%	1	4%
18	+	20	80%	1	4%	4	16%	0	0%
19	+	15	52%	9	30%	3	12%	0	0%
20	+	18	72%	0	0%	7	28%	0	0%
21	+	20	80%	1	4%	4	16%	0	0%
22	-	7	28%	4	16%	14	56%	0	0%
23	-	6	24%	8	32%	11	44%	0	0%
24	-	3	12%	8	32%	14	56%	0	0%
25	+	9	36%	6	24%	10	40%	0	0%
26	+	20	80%	1	4%	4	16%	0	0%
27	+	12	48%	9	36%	4	16%	0	0%
28	-	6	24%	7	28%	12	48%	0	0%
29	+	18	72%	4	16%	3	12%	0	0%
30	-	6	24%	6	24%	13	52%	0	0%
31	+	18	72%	4	16%	3	12%	0	0%
32	-	2	8%	3	12%	19	76%	1	4%
33	+	20	80%	2	8%	3	12%	0	0%
34	-	21	84%	1	4%	3	12%	0	0%

Tabela 1 – Respostas ao *Questionário de opinião dos estudantes sobre o uso da hiperfídia no curso de Física.*

Para cada item, considerou-se o número de alunos (*F*) que assinalou cada uma das opções: “concordo”, “sou indiferente” ou “discordo”, ou que não respondeu à questão, incluindo as respectivas porcentagens (%).

A polaridade de cada questão foi indicada na segunda coluna. Quando positiva, a concordância com a questão expressa uma opinião favorável ao courseware e sua utilização e a discordância expressa uma opinião desfavorável. Quando negativa, a concordância com a questão expressa uma opinião desfavorável ao courseware e sua utilização, e a discordância expressa uma opinião favorável.

Em uma análise da Tabela 1, excluindo-se os itens 22 e 34, pode-se constatar que em 29 dos 32 itens restantes, mais de 48% dos estudantes registrou respostas favoráveis ao courseware.

A partir da Tabela 1, foi possível obter a Tabela 2, com o índice de aprovação dos estudantes relativo à utilização da hiperfídia no curso de Física, considerando-se o percentual de respostas favoráveis, indiferentes ou desfavoráveis ao emprego do courseware *Gravitação Universal*. No cálculo realizado, observou-se a polaridade de cada questão. Para a obtenção desses percentuais, foram excluídos os itens 22 e 34, que não são favoráveis ou desfavoráveis ao courseware em si.

FAVORÁVEL	INDIFERENTE	DESFAVORÁVEL	SEM RESPOSTA
64%	16,4%	18,9%	0,7%

Tabela 2 – Índice de aprovação quanto à utilização da hipermissão no curso de Física pelos estudantes.

Constata-se, a partir desta tabela, um índice de aprovação da utilização da hipermissão no curso de Física com o courseware *Gravitação Universal* de 64%, e um índice de desaprovação de apenas 18,9%. A maioria dos estudantes procurou posicionar-se em suas respostas, resultando em um índice de indiferença de apenas 16,4%. Isso indica que houve uma boa aceitação do courseware e da utilização da hipermissão por parte dos estudantes.

A análise quanto à aprovação do courseware também pode ser realizada considerando-se três categorias distintas em que podem ser agrupados os itens do questionário:

1) Aspectos técnicos do courseware, relacionados à sua estrutura e funcionamento. Nesta categoria se encontram os itens: 1, 12, 24, 30, 31, 32.

FAVORÁVEL	INDIFERENTE	DESFAVORÁVEL	SEM RESPOSTA
65,3%	20,7%	13,3%	0,7%

Tabela 3 – Índice de aprovação dos estudantes quanto aos aspectos técnicos do courseware.

2) Possibilidade de aprendizagem com apoio do courseware. Nesta categoria se encontram os itens: 5, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 15, 16, 19, 23, 25, 26, 27, 28, 29.

FAVORÁVEL	INDIFERENTE	DESFAVORÁVEL	SEM RESPOSTA
54,8%	20,8%	23,7%	0,7%

Tabela 4 – Índice de aprovação dos estudantes quanto à possibilidade de aprendizagem com apoio do courseware.

3) Aspectos motivacionais e lúdicos do courseware. Nesta categoria se encontram os itens: 2, 3, 4, 10, 11, 17, 18, 20, 21, 33.

FAVORÁVEL	INDIFERENTE	DESFAVORÁVEL	SEM RESPOSTA
54,8%	20,8%	23,7%	0,7%

Tabela 5 – Índice de aprovação dos estudantes quanto aos aspectos motivacionais e lúdicos do courseware.

Com base nesta análise, pode-se observar que o maior índice de aprovação dos estudantes quanto ao courseware ocorreu em relação aos aspectos motivacionais e lúdicos (78%).

Esse fato ressalta a atuação do courseware no sentido de despertar a atenção e o interesse dos estudantes e tornar as aulas mais divertidas, motivadoras, alegres e agradáveis.

A aprovação quanto aos aspectos técnicos do courseware e a possibilidade de aprendizagem com apoio do mesmo também foram significativas (65,3% e 54,8%, respectivamente). O índice de desaprovação quanto ao courseware não foi maior do que 23,7% em qualquer aspecto.

Isso evidencia que os estudantes, de modo geral, não consideraram difícil a utilização do courseware, a navegação pelo mesmo e a localização dos assuntos, indicando que não houve problemas relevantes de desorientação no hiperdocumento. A maior parte dos estudantes apreciou o ambiente de navegação e o *lay-out* do courseware e considerou ainda que os *links* estabelecidos no hiperdocumento foram um apoio relevante para perceber as ligações entre os temas e conceitos abordados no courseware, não acarretando problemas significativos de sobrecarga cognitiva.

Outro ponto evidenciado na análise foi as possibilidades do courseware para a aprendizagem, apoiando o entendimento dos conteúdos e a elaboração do raciocínio, favorecendo a ampliação da visão de conjunto dos estudantes quanto aos temas estudados e contribuindo para a resolução de problemas, com a utilização dos recursos da hipermídia.

Não consideramos os itens 22 e 34 na análise da aprovação dos estudantes quanto ao courseware porque os mesmos não são favoráveis ou desfavoráveis ao courseware em si, pois se referem à sua utilização de modo independente pelos estudantes, sem o apoio e orientação do professor. A proposta do courseware foi feita objetivando sua utilização enquanto instrumento de apoio ao trabalho desenvolvido pelo professor, e os itens foram incluídos no questionário para avaliar a opinião dos estudantes quanto a isso.

Verificou-se que 56% dos estudantes considerou não poder aprender sozinho tudo o que precisava com a utilização do courseware (questão 22) e 84% dos estudantes considerou importante a presença do professor para o entendimento dos conteúdos existentes no courseware (questão 34). Essas respostas reforçam a condição do courseware enquanto instrumento educacional que não dispensa a atuação do professor junto aos estudantes para a obtenção de um melhor aproveitamento de suas possibilidades educacionais.

O fato de 60% dos estudantes ter concordado com o item 5 do questionário – “Até hoje não aprendi quase nada usando o computador nas aulas de Física” – talvez se deva ao pouco tempo de contato com o courseware: dez aulas, sem possibilidade de uso do courseware além do horário das aulas. Um dos estudantes fez explicitamente essa observação na folha do questionário. Seria necessário estudar mais detalhadamente o modo pelo qual os estudantes compreenderam a questão, ou seja, o que consideram ser um aprendizado efetivo. As concepções dos estudantes sobre a aprendizagem podem estar imbuídas das concepções tradicionais com as quais têm contato desde as séries iniciais, gerando conflito com as estratégias adotadas na utilização do courseware. Não se exigiu a memorização dos conteúdos estudados e a avaliação da aprendizagem ocorreu a partir dos trabalhos realizados em sala de aula. Um dos estudantes registrou no questionário que sentiu falta de uma exigência maior por parte do professor quanto ao desempenho dos alunos, o que pode ter influenciado também os resultados obtidos nas respostas relativas às questões de aprendizagem.

As respostas ao item 8 – “Nas aulas de Física com computador não se aprende nada” –, entretanto, mostram discordância de 60% dos estudantes, indicando que alguma aprendizagem realmente ocorreu com a utilização do courseware.

Isso é reforçado pelas respostas aos demais itens referentes à aprendizagem, com mais de 48% dos alunos favoráveis ao courseware nos itens 6, 7, 9, 13, 14, 15, 16, 19, 23, 26,

27, 28, 29, que abordam questões relevantes, tais como: apoio do courseware ao desenvolvimento do raciocínio; capacidade de lembrar os conteúdos estudados; compreensão das aulas pelo computador; ampliação dos conhecimentos sobre a Física; compreensão dos textos apresentados no courseware; apoio do courseware à resolução dos problemas; modificação dos próprios conhecimentos; facilitação da aprendizagem com a utilização do courseware.

Não foi objetivo do trabalho uma avaliação profunda da aprendizagem com a utilização da hipermídia, que envolveria a realização de estudos por um período mais amplo e a realização de um conjunto de testes mais adequados para a obtenção de detalhes sobre a aprendizagem, incluindo o desenvolvimento de novas técnicas específicas para a avaliação da hipermídia.

O item 25 do questionário – “O courseware de Física explica bem aquilo que eu quero saber sobre Física” – obteve concordância de somente 36% dos estudantes, e discordância de 40%, enquanto 24% manifestou-se indiferente à questão. Talvez o baixo percentual de concordância obtido esteja associado à forma adotada na elaboração da questão, dependendo do que o estudante deseja saber sobre Física e não está necessariamente incluído no courseware. Esse ponto poderia ser melhorado se houvesse uma pesquisa prévia com um grupo de estudantes para coletar suas preferências no estudo de um determinado tema, oferecendo um conjunto de opções válidas para o trabalho educacional que os mesmos poderiam escolher, para então estruturar o sistema hipermídia.

Ficha de avaliação do courseware hipermídia *Gravitação Universal*

A ficha de avaliação do courseware hipermídia *Gravitação Universal (FAC)* foi constituída por 25 questões fechadas e três questões abertas, tendo sido respondida por seis avaliadores, dos quais três eram professores de Física do ensino médio, um era professor de Física do ensino superior e três eram professores de Física com atuação no ensino médio e no ensino superior.

As questões de 1 a 5 referiam-se ao conteúdo do courseware, as questões de 5 a 18 à sua qualidade instrucional e as questões de 19 a 24 à sua qualidade técnica:

1. O conteúdo está cientificamente bem fundamentado.
2. O conteúdo tem validade educacional.
3. O conteúdo é apresentado livre de estereótipos (racismo, sarcasmo, ironia, etc.).
4. O conteúdo está de acordo com o currículo para o ensino médio.
5. O propósito do courseware está bem estabelecido.
6. Há evidências de que o courseware foi bem sucedido no sentido de alcançar seus propósitos.
7. O conteúdo é apresentado de forma lógica e clara.
8. O nível de dificuldade do courseware é apropriado para os usuários a que se destina.
9. Imagens, animações, cores e sons são usados adequadamente tendo em vista o conteúdo instrucional.
10. O uso do courseware é motivador.
11. O courseware estimula efetivamente a criatividade do estudante.
12. O courseware estimula o raciocínio do estudante.
13. O courseware facilita ao estudante a percepção de relações entre os assuntos abordados.
14. O *feedback* para as respostas do estudante é empregado eficazmente.
15. O vocabulário está compatível com o nível dos estudantes a que o courseware se propõe.

16. A instrução está integrada com a experiência prévia do estudante.
17. A aprendizagem é generalizável para uma série de situações apropriadas.
18. As atividades desenvolvidas no courseware não poderiam ser facilmente desenvolvidas mediante o emprego de outros meios instrucionais.
19. O estudante pode fácil e independentemente operar o programa.
20. O professor pode aplicar facilmente o courseware.
21. O courseware usa apropriadamente capacidades computacionais relevantes.
22. As ferramentas para a “navegação” pelo courseware são adequadas.
23. O projeto gráfico e de som do courseware cria um ambiente agradável para o usuário.
24. O courseware é confiável, ou seja, apresenta poucos problemas em uso normal.

As respostas a esses 24 primeiros itens da FAC foram reunidas na Tabela 6, com o número (F) e porcentagem (%) de avaliadores que assinalou cada uma das alternativas: *concordo muito (CM)*; *concordo (C)*; *discordo (D)*; *discordo muito (DM)*; *não se aplica (NA)* ou *que não responderam à questão (NR)*.

	CM		C		D		DM		NA		NR	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
1	5	83,3%	1	16,7%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
2	5	83,3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	16,7%
3	5	83,3%	1	16,7%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
4	4	66,6%	2	33,3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
5	4	66,6%	2	33,3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
6	4	66,6%	1	16,7%	0	0%	0	0%	0	0%	1	16,7%
7	6	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
8	5	83,3%	1	16,7%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
9	4	66,6%	2	33,3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
10	5	50%	3	50%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
11	5	50%	3	50%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
12	4	66,6%	1	16,7%	0	0%	1	16,7%	0	0%	0	0%
13	4	66,6%	2	33,3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
14	2	33,3%	3	50%	0	0%	0	0%	0	0%	1	16,7%
15	4	66,6%	2	33,3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
16	4	66,6%	1	16,7%	1	16,7%	0	0%	0	0%	0	0%
17	4	66,6%	2	33,3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
18	0	0%	0	0%	6	100%	0	0%	0	0%	0	0%
19	5	50%	3	30%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
20	5	83,3%	1	16,7%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
21	4	66,6%	2	33,3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
22	5	83,3%	1	16,7%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
23	4	66,6%	2	33,3%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
24	5	83,3%	1	16,7%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%

Tabela 6 – Respostas aos 24 primeiros itens da ficha de avaliação do courseware hipermídia *Gravitação Universal*

Partindo-se da Tabela 6, verifica-se que a maior parte dos avaliadores assinalou concordar muito ou concordar com os itens da FAC. Somente houve discordância significativa no item 18, no qual há a afirmação de que as atividades desenvolvidas com o courseware não poderiam ser facilmente desenvolvidas por outros meios.

Para analisar os resultados obtidos com a FAC, definiu-se um índice de concordância que pode ser aplicado aos itens da FAC enquanto um todo, ou para cada uma das categorias em separado (conteúdo, qualidade técnica e qualidade instrucional), utilizando-se a expressão:

$$IC = \frac{\sum_{i=1}^N k_i \cdot E_i}{4 \cdot \sum_{i=1}^N k_i}$$

Nessa expressão:

i – representa as respostas a cada item da FAC considerado no cálculo.

E – representa os escores (1, 2, 3, e 4) atribuídos às respostas (DM, D, C e M, respectivamente) dadas a cada item (NA e NR recebem o escore 0).

k – representa o número de avaliadores que assinalaram uma dada resposta em um item.

N – representa o número total de respostas da FAC consideradas no cálculo (número de itens considerados multiplicado por 6).

Aplicando-se essa expressão aos 24 itens da FAC (*N* = 144), obtém-se um índice de concordância de 88,5% para o courseware. Aplicando-se a expressão separadamente aos itens relativos ao conteúdo (4 itens, *N* = 24), qualidade instrucional (14 itens, *N* = 84) e qualidade técnica (6 itens, *N* = 36), resulta o índice de concordância de 91,7%, 85,7% e 93% respectivamente.

CONTEÚDO	QUALIDADE INSTRUCIONAL	QUALIDADE TÉCNICA
91,7%	85,7%	93%

Tabela 7 – Índices de concordância para cada categoria considerada na FAC.

Os resultados obtidos na análise da FAC indicam que houve uma apreciação favorável dos avaliadores quanto ao conteúdo, qualidade instrucional e qualidade técnica do courseware.

A opinião final dos avaliadores sobre o courseware, obtida a partir do item 25 da FAC, que questionava se o professor usaria e recomendaria o uso do courseware *Gravitação Universal* sem restrições, se só usaria ou recomendaria se fossem feitas certas modificações ou se não usaria nem recomendaria, foi reunida na Tabela 8. A tabela mostra que 100% dos avaliadores usaria ou recomendaria o courseware *Gravitação Universal*, indicando que o mesmo possui boa aceitação entre os professores.

	USARIA OU RECOMENDARIA COM PEQUENOS OU NENHUMA MODIFICAÇÃO		USARIA OU RECOMENDARIA COM CERTAS MODIFICAÇÕES		NÃO USARIA NEM RECOMENDARIA	
	F	%	F	%	F	%
25	6	100%	0	0%	0	0%

Tabela 8 – Respostas dos avaliadores ao item 25 da FAC

As questões abertas da FAC solicitaram que os avaliadores descrevessem os aspectos mais fortes do courseware, seus aspectos mais fracos e seu potencial nas situações de ensino e aprendizagem.

Dentre os aspectos mais fortes do courseware apontados pelos avaliadores, podem ser destacados:

- a) Apresenta elementos de multimídia que motivam o aprendizado na qualidade de recurso didático avançado.
- b) Apresenta bons conceitos históricos.
- c) Apresenta clareza didático-pedagógica na abordagem dos assuntos.
- d) Constitui um recurso metodológico e didático moderno e avançado.
- e) Desenvolve a criatividade e o autodidatismo.
- f) É ricamente ilustrado.
- g) Facilita a aprendizagem.
- h) Motiva o estudante, despertando o interesse pela disciplina.
- i) O estudante tem acesso a textos complementares, possibilitando a expansão de seu conhecimento.
- j) Orienta o usuário por meio de textos elucidativos e apresenta problemas relevantes.
- k) Permite que cada aluno estude em ritmo e horário próprios.
- l) Possibilita ampliar a velocidade de estudo dos conteúdos.
- m) Possibilita menor desgaste do professor, que não precisa falar e escrever o tempo todo.
- n) Possibilita que a aula fique mais versátil e interessante.
- o) Possui figuras bem elaboradas.

Dentre os aspectos mais fracos do courseware apontados pelos avaliadores, podem ser relacionados:

- a) Exige computadores de boa qualidade para seu funcionamento correto, nem sempre encontrados nas escolas.
- b) Pode levar os alunos à distração com brincadeiras que prejudicam o estudo do conteúdo proposto, exigindo a intervenção do professor para evitá-las.

Os avaliadores analisaram o potencial apresentado pelo courseware nas situações de ensino e aprendizagem considerando que o mesmo:

- a) Fornece estímulo adicional aos estudantes com maior facilidade de aprendizagem e possibilita àqueles que apresentam maior dificuldade uma visualização dos fenômenos dificilmente proporcionada pelo professor apenas com o livro-texto ou o quadro-negro.
- b) Pode possibilitar um nível de aprendizagem maior que os métodos tradicionais.
- c) Pode ser utilizado em conjunto com explicações do professor em sala de aula.
- d) Pode ser utilizado em situações de ensino a distância e enquanto apoio em cursos ministrados via Internet.
- e) Possibilita ao aluno estudar em seu próprio ritmo, sem precisar seguir o padrão da turma, o qual pode ser mais lento que o seu.
- f) Possui material que pode apoiar cursos sobre outros conteúdos além do tópico *Gravitação Universal*.

Conclusão

O foco desta investigação concentrou-se na avaliação de um software educacional hipermídia e das possibilidades que oferece para o processo de ensino e aprendizagem da Física no ensino médio. De modo geral, os professores e os estudantes envolvidos na pesquisa avaliaram positivamente o courseware *Gravitação Universal* quanto a seus aspectos técnicos, pedagógicos e motivacionais. Constatou-se que a hipermídia apresenta potencial para o desenvolvimento de atividades na área educacional, podendo tornar a aprendizagem mais motivadora e significativa, mediante os recursos audiovisuais e a capacidade de propiciar o estabelecimento de conexões entre conceitos de modo rápido e eficiente.

Os métodos utilizados na pesquisa forneceram resultados coerentes e compatíveis entre si, como é possível constatar comparando-se as respostas ao questionário de opinião dos estudantes, as observações realizadas pelo professor em sala de aula e a avaliação do courseware realizada pelos professores avaliadores.

Constituem possíveis contribuições dessa pesquisa para a área educacional:

- 1) Avaliação da hipermídia no processo de ensino e aprendizagem de Física no ensino médio, evidenciando alguns dos potenciais, possibilidades e dificuldades que essa tecnologia oferece, a partir de uma experiência concreta desenvolvida em sala de aula.
- 2) Desenvolvimento de um projeto piloto que pode fornecer referências para futuros trabalhos utilizando a hipermídia no ensino de outros tópicos da Física além da *Gravitação Universal*, com base nos resultados das pesquisas em ensino de Ciências.
- 3) Elaboração de um aplicativo hipermídia para o ensino da *Gravitação* que, pela abordagem pedagógica utilizada, pode contribuir para a ampliação do entendimento da Física enquanto Ciência e de suas relações com a Tecnologia, a sociedade, a História e Filosofia. Além de sua utilização no ensino médio, o courseware pode também contribuir para o ensino no primeiro ano de cursos do ensino superior de Ciências Exatas ou ainda nos cursos de licenciatura em Física, trazendo benefícios para o entendimento de conceitos e métodos da Ciência e da educação para os professores em formação.

Referências

- ABIB, M. L. V. S. *Uma abordagem piagetiana para o ensino de flutuação dos corpos*. São Paulo: Universidade de São Paulo/Faculdade de Educação, 1988. (Série: textos-pesquisa para o ensino de ciências, 2).
- ATHAYDE, M. I. *Desenvolvimento, aplicação e avaliação de coursewares de física para o 2º grau: uma experiência piloto*. 1990. 184 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1990.
- BABBITT, B. C.; USNICK, V. Hypermedia: a vehicle for connections. *Arithmetic teacher*, [s.l.], p. 430-432, April 1993.
- BASTOS, F.; NARDI, R.; DINIZ, R. E. da S. Objeções em relação a propostas construtivistas para a educação em ciências: possíveis implicações para a constituição de referenciais teóricos norteadores da pesquisa e do ensino. In: III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Atas... Atibaia: ABRAPEC, 2001. (CD-ROM)

- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Reflexão em torno de perspectivas do ensino das ciências: contributos para uma nova orientação curricular – ensino por pesquisa. *Revista de Educação*, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 69-79, 2000.
- CAMPOS, F. C. A. *Hipermídia na educação: paradigmas e avaliação da qualidade*. 1994, 138 f. Dissertação (Mestrado) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1994.
- CARVALHO, A. M. P. *et al.* O construtivismo e o ensino de ciências. In: SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Ciências na escola de 1º grau: textos de apoio à proposta curricular*. São Paulo: SE/CENP, 1990, p. 63-73.
- CASTRO, R. S. de; CARVALHO, A. M. P. de. História da ciência: investigando como usá-la num curso de segundo grau. *Cadernos Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 225-237, dez. 1992.
- DINIZ, R. E. S. Concepções e práticas pedagógicas do professor de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 2, n. 1, p. 2-9, 1996.
- HEDE, A. An integrated model of multimedia effects on learning. *Journal of educational multimedia and hypermedia*, [s.l.], v. 11, n. 2, p. 177-191, 2002.
- KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.
- LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' conceptions on the nature of science: a review of the research. *Journal of research in science teaching*, [s.l.], v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.
- LIAO, Y. C. Effects of hypermedia on student's achievement: a meta-analysis. *Journal of educational multimedia and hypermedia*, [s.l.], v. 8, n. 3, p. 255-77, 1999.
- LUCENA, M. W. F. P. *O uso das tecnologias da informática para o desenvolvimento da educação*. Rio de Janeiro: COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1994. 46 p. (Publicações Técnicas ES – 301/94).
- MARCHIONINI, G. Hypermedia and learning: freedom and chaos. *Educational technology*, [s.l.], v. 28, n. 11, p. 8-12, 1988.
- MOREIRA, M. A. *Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos*. São Paulo: Moraes, 1985. 94 p.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? In: ESCOLA DE VERÃO PARA PROFESSORES DE PRÁTICA DE ENSINO DE FÍSICA, QUÍMICA E BIOLOGIA, 3, 1994, Serra Negra. *Coletânea...* São Paulo: FEUSP, 1995. p. 56-74.
- NARDI, R. História da ciência x aprendizagem: algumas semelhanças detectadas a partir de um estudo psicogenético sobre as idéias que evoluem para a noção de campo de força. *Enseñanza de las ciencias*, [s.l.], v. 12, n. 1, p. 101-106, 1994.
- NARDI, R.; CARVALHO, A. M. P. A gênese, a psicogênese e a aprendizagem do conceito de campo: subsídios para a construção do ensino deste conceito. *Cadernos Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 7, número especial, p. 46-69, jun. 1990.
- NÖTH, W. *Panorama da semiótica*, de Platão a Peirce. São Paulo: Anna Blume, 1995. 154 p.
- PAOLUCCI, R. The effects of cognitive style and knowledge structure on performance using a hypermedia learning system. *Journal of educational multimedia and hypermedia*, [s.l.], v. 7, n. 2-3, p. 123-50, 1998.

PINES, A. L.; WEST, L. H. T. Conceptual understanding and science learning: an interpretation of research within a sources-of-knowledge framework. *Science education*, [s.l.], v. 70, n. 5, p. 583-604, 1986.

REZENDE, F. Desenvolvimento e avaliação de um sistema hiperídia para facilitar a reestruturação conceitual em mecânica básica. *Cadernos Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 197-213, ago. 2001.

SOLBES, J.; TRAVER, M. Resultados obtenidos introduciendo historia de la ciencia en las clases de física y química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. *Enseñanza de las Ciencias*, [s.l.], v. 19, n. 1, p. 151-162, 2001.

TEODORO, S. R.; NARDI, R. A história da ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional. In: NARDI, R. (org.). *Educação em ciências: da pesquisa à prática docente*. São Paulo: Escrituras, 2001. p. 57-68. (Série Educação para a Ciência, v. 3).

TRIVELATO, S. L. F. Ensino de ciências e o movimento CTS. In: FACULDADE DE EDUCAÇÃO – USP. *Caderno de textos – escola de verão – prática de ensino*. Serra Negra e São Paulo: Faculdade de Educação – USP, 1993. p. 145-150.

TROTTER, A. Schools gear up for 'hypermedia' – a quantum leap in electronic learning. *The American School Board Journal*, [s.l.], v. 176, n. 3, p. 35-37, 1989.

ZANETIC, J. *Ciência, seu desenvolvimento histórico e social* – implicações para o ensino. [s.l., s.n.], [ca. 1990]. p. 7-19.

**Artigo recebido em junho de 2002 e
selecionado para publicação em março de 2004.**