

A Hipermídia e a Aprendizagem de Ciências:



Exemplos na Área de Física

Introdução

Uma das linhas de pesquisa de alta relevância no campo das Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas ao ensino de Ciências é a que propõe o desenvolvimento de sistemas hipermídia e o estudo de processos de aprendizagem a partir de sua utilização. Um projeto de pesquisa² tendo como parte de seus objetivos o desenvolvimento e a pesquisa sobre materiais didáticos desta natureza, se propôs a produzir materiais didáticos dirigidos às necessidades de professores e alunos de Física e de disciplinas relacionadas à Física, como é o caso da Biomecânica, que se apóia em conceitos da mecânica para compreender as atividades físicas. Este esforço é válido para o ensino no nível médio e para cursos de licenciatura em Educação Física, que se ressentem da escassez de materiais didáticos que possam contribuir para melhorar o nível motivacional e cognitivo dos alunos.

No âmbito do projeto mencionado, foram produzidos três sistemas hipermídia que contemplam conteúdos de física e suas relações interdisciplinares com outras áreas. Um dos sistemas, denominado de Força & Movimento [1], explora conceitos de mecânica básica, outro, denominado de Biomec [2], integra conteúdos de mecânica, biomecânica e anatomia humana e o terceiro, Energia [3], aborda diferentes aspectos relativos a este

Uma das linhas de pesquisa de alta relevância no campo das Tecnologias da Informação e Comunicação é a que propõe o desenvolvimento de sistemas hipermídia e o estudo de processos de aprendizagem a partir de sua utilização

tema. Estudos sobre a utilização do F&M e do Biomec no contexto educacional a partir de dados coletados por testes (lápiz e papel) e registros da navegação possibilitaram identificar estratégias e formas diferenciadas de interação dos usuários com a informação disponibilizada no formato hipermídia.

O presente trabalho apresenta uma descrição sucinta dos programas desenvolvidos e de alguns resultados dos estudos realizados, oferecendo assim, um panorama geral sobre o potencial educacional dos sistemas hipermídia para o ensino-aprendizagem de ciências.

Sistemas hipermídia de aprendizagem

Sistemas hipermídia podem ser conceituados a partir da relação entre os conceitos de hipertexto e multimídia: a *multimídia* compreende os

múltiplos meios que podem ser usados na representação de uma informação, como, por exemplo, texto, imagem, áudio, animação e vídeo. Este termo pode se referir a um sistema computacional ou a outros

suportes não informatizados. Por *hipertexto*, entende-se um sistema computacional que apresenta informação em geral na forma de texto, organizada não-sequencialmente, por meio de ligações entre *palavras-chave* (*vínculos*), destacadas em geral pela cor, que permitem a *navegação*³ do usuário entre *nós*⁴ relacionados con-

.....
Flavia Rezende

Universidade Federal do Rio de Janeiro
e-mail: frezende@nutes.ufrj.br

.....
Susana de Souza Barros

Universidade Federal do Rio de Janeiro
e-mail: susana@if.ufrj.br

A hipermídia é uma ferramenta muito poderosa e deve ser usada no ensino. Discutimos aqui alguns sistemas desenvolvidos e como é a interação dos estudantes com tais sistemas.

ceitualmente. Assim posto, o conceito de *hipermídia* pode ser visto como a interseção entre os conceitos de multimídia e hipertexto (Figura 1), na medida em que se trata de sistemas computacionais que permitem a ligação interativa não seqüencial entre nós de informação, como os sistemas de hipertexto, mas representados por múltiplos meios.

Por suas características, os sistemas hipermídia descartam o processo de leitura seqüencial nos moldes tradicionais e permitem que um conceito seja apresentado através de diversos meios, associados àqueles que o texto confere. Nessa organização diferenciada da informação, os sistemas hipermídia de aprendizagem permitem ainda que esta se faça em diferentes níveis de detalhes, que são livremente acessados pelos usuários, conforme as experiências e habilidades deles frente a um novo conceito.

Por outro lado, os sistemas hipermídia de aprendizagem também podem proporcionar a navegação linear em *visitas guiadas*, que são seqüências de informações previamente estabelecidas pelo autor. Dentro de uma visita guiada, o usuário só pode avançar para o nó seguinte ou voltar para o anterior. Conforme apontam Rezende e Barros [4], quando os conceitos e estratégias a serem trabalhados nas visitas guiadas são criteriosamente escolhidos, este tipo de navegação pode servir para oferecer contextos que levem o aluno a integrar suas representações do fenômeno (concepções) ao conhecimento científico.

Desde o final da década de 80, a estrutura dos sistemas hipermídia tem atraído a atenção de educadores que vêem, nos mesmos, um grande potencial educacional. Marchionini [5] aponta duas características da hipermídia que são importantes para a educação: (i) a capacidade de armaze-

namento de grande quantidade de informações representadas sob os mais diversos meios, permitindo que conteúdos extensos e variados sejam agrupados e disponibilizados aos estudantes; (ii) o alto nível de controle do sistema pelo usuário, o que torna constante a sua tomada de decisões, a avaliação de progresso e permite o desenvolvimento de habilidades e a escolha de objetivos por parte deste.

A utilização dos sistemas hipermídia na educação pode ser eficaz também para evitar a simplificação de assuntos complexos [6], pois facilitam sua abordagem como um todo e aumentam a

possibilidade do aluno conseguir atingir uma compreensão mais profunda e interdisciplinar.

Um conjunto de três sistemas hipermídia⁵ de Ciências

Os sistemas hipermídia *Força & Movimento*, *Biomec* e *Energia* foram desenvolvidos com diferentes objetivos pedagógicos, tendo em comum, entretanto, a organização do conteúdo e as possibilidades de navegação oferecidas.

Nos três sistemas, o conteúdo abordado foi organizado em três classes de informação, que são acessadas por *índices*⁶. As páginas pertencentes a cada uma das classes, são compostas basicamente de textos explicativos e de animações com as quais o estudante poderá interagir, selecionando variáveis e observando o resultado de sua seleção. A ligação hipertextual entre as páginas é feita por meio de palavras-chave, destacadas pela cor, nos textos explicativos. A *navegação livre*, isto é, a movimentação do usuário em função do seu interesse ou necessidade conceituais, é possível por meio dos índices e das palavras-chave.

Juntamente com a navegação livre, os sistemas hipermídia desenvolvidos oferecem

visitas guiadas, disponíveis em algumas páginas, com o objetivo de permitir uma interação mais profunda do aluno com determinado conceito. Os sistemas *Biomec* e *Energia* oferecem glossários, que podem ser acessados por meio de palavras destacadas pela cor e sublinhadas. Os termos que constam do glossário são conceitos complementares ao conteúdo principal, necessários para prover pré-requisitos incompletos, aprofundar ou detalhar aspectos dos conteúdos.

Estes sistemas podem ser utilizados de forma flexível pelo professor, como por exemplo, em uma sessão no laboratório de

informática, na qual o estudante trabalha individualmente ou em duplas a partir de suas instruções. Outra forma de utilizá-los seria em uma projeção em sala de aula durante uma aula expositiva. O professor pode, assim, apresentar animações de situações físicas ou de movimentos humanos com o objetivo de exemplificar conceitos ou de criar contextos para que os alunos exponham suas próprias concepções. Uma sessão de interação no laboratório de informática após uma aula expositiva, pode auxiliar o professor na revisão conceitual de unidades de mecânica básica ou biomecânica.

Os professores dispõem também de uma ferramenta para a avaliação e levantamento das concepções dos alunos que armazena em um arquivo, o nome do usuário, o título das páginas visitadas e o instante em que estas foram acessadas, além de todos os dados digitados durante a interação. Esse arquivo é criado toda vez que os programas são abertos, ficando localizado na pasta onde os sistemas foram gravados.

O sistema hipermídia *Força & Movimento* (F&M)

O sistema hipermídia F&M aborda conceitos físicos, situações físicas e as

Multimídia são múltiplos meios usados na representação de uma informação (texto, imagem, áudio, animação e vídeo). Hipertexto é um sistema onde a informação em geral aparece na forma de texto, organizada não-sequencialmente, por meio de ligações entre palavras-chave. Hipermídia pode ser vista como a interseção entre a multimídia e o hipertexto

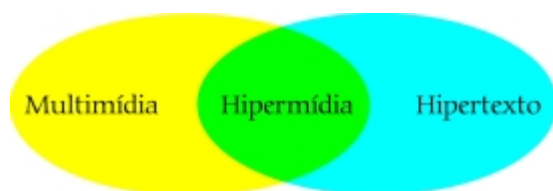


Figura 1. Relação entre hipertexto, multimídia e hipermídia.

leis do movimento de Newton. A idéia é que a integração desses conteúdos, representados por textos e simulações de fenômenos físicos, ajude o aluno a compreender as relações entre força e movimento. Seus objetivos específicos são: (i) oferecer contextos para que os estudantes possam expressar suas formas de raciocínio; e (ii) possibilitar a construção de modelos qualitativos mais adequados dos conceitos e leis físicas; (iii) enfatizar a consistência do conhecimento científico por meio da exploração de situações físicas diferentes porém explicadas pelas mesmas leis.

O conteúdo do sistema hipermídia F&M foi distribuído em três classes, que disponibilizam três conjuntos de páginas relacionados entre si: conceitos físicos, situações físicas e leis do movimento. Os conceitos físicos são discutidos qualitativamente, enfatizando-se, na medida do possível, pontos problemáticos das relações entre força e movimento, como por exemplo, a relativa independência entre a força aplicada e a

velocidade do corpo – já que elas podem ter sentidos opostos, como no caso da queda de um corpo e pode haver velocidade com força resultante nula – e a relação direta

A idéia básica do sistema hipermídia F&M é que a integração de conteúdos, representados por textos e simulações de fenômenos físicos, ajude o aluno a compreender as relações entre força e movimento

entre a força aplicada e o aparecimento de uma aceleração. Os textos explicativos incluem pelo menos uma palavra-chave, que permite a navegação livre para outro conceito relacionado ao atual. Cada conceito pode ser apresentado em uma ou mais páginas. A Figura 2 apresenta, a título de exemplo, as duas páginas que compõem o conceito de *referencial*.

O conjunto de situações físicas apresenta situações físicas selecionadas a partir do resultado de um teste de mecânica básica aplicado a calouros dos cursos de Licenciatura noturna em Física, Química e Matemática da UFRJ, em 1995. Visando ao objetivo de atender a dificuldades conceituais dos estudantes, foram selecionadas as situações exploradas nas questões cuja frequência média de acerto foi

menor do que 50%, o que resultou em um conjunto de seis situações físicas que abordam movimentos em uma e em duas dimensões. Todas as situações físicas foram desenvolvidas em visitas guiadas compostas por 6 ou 7 páginas. A Figura 3 apresenta, como exemplo, a primeira página da visita guiada referente à situação física da *força perpendicular à velocidade* na qual o aluno é solicitado a selecionar a força resultante que age sobre o foguete. Por ser o início de uma visita guiada, os índices estão indisponíveis e a única opção de navegação é por meio do botão seguir.

O conjunto de páginas referentes às leis do movimento apresenta as três leis de Newton. A *1ª lei de Newton* foi desenvolvida em uma visita guiada que mostra inicialmente a simulação da experiência de um disco que desliza sobre uma superfície rugosa, que vai sendo substituída por superfícies cada vez mais lisas. O processo é interrompido e uma pergunta aberta que solicita uma previsão sobre o movimento do disco caso o atrito fosse totalmente retirado. Independentemente da resposta, a próxima página mostra a simulação do movimento do disco sobre uma superfície idealmente sem atrito e o texto explicativo aborda a *1ª Lei*. A *2ª Lei de Newton* é apresentada em uma pequena visita guiada, que discute a experiência de uma mola fixada a um corpo sobre o qual é aplicada uma força e, conseqüentemente, uma aceleração. Essa situação é usada para mostrar que a razão entre diferentes massas é inversamente proporcional à razão entre as acelerações e concluir a expressão da *2ª Lei de Newton*. A situação física utilizada para exemplificar a *3ª Lei de Newton* mostra um trailer sendo puxado por um carro e os pares de força de ação e reação que atuam sobre ambos.

O Quadro 1 sintetiza os conceitos, leis e situações físicas que são abordados nas três classes que compõem o sistema hipermídia F&M.

O Quadro 1 sintetiza os conceitos, leis e situações físicas que são abordados nas três classes que compõem o sistema hipermídia F&M.

O Quadro 1 sintetiza os conceitos, leis e situações físicas que são abordados nas três classes que compõem o sistema hipermídia F&M.



Figura 2. Páginas que compõem o conceito de Referencial.

O sistema hipermídia Biomec

O sistema hipermídia Biomec aborda aspectos biomecânicos e anatômicos do movimento humano com apoio de conceitos de mecânica. A idéia é que a integração desses conteúdos leve o aluno a entender a biomecânica do movimento humano e suas relações com a mecânica e a anatomia humana, podendo assim vir a favorecer a visão interdisciplinar entre estes conteúdos e atender às necessidades conceituais dos alunos dos cursos de Educação Física e de Fisioterapia. O sistema apresenta conceitos mecânicos, biomecânicos e anatômicos em três classes, que se relacionam entre si: conceitos físicos; aplicações biomecânicas e aplicações anatômicas.

O conjunto de páginas derivado



Figura 3. Primeira página da visita guiada referente à situação da força perpendicular à velocidade.

Quadro 1. Conceitos físicos, situações físicas e leis do movimento abordados no sistema hiperfísica Força & Movimento.

Conceitos físicos	Situações físicas	Leis do movimento
<ul style="list-style-type: none"> • velocidade • aceleração • força • movimento • referencial • força de atrito • distância • tempo • posição • deslocamento • massa inercial • massa gravitacional • inércia • quantidade de movimento • impulso • peso • vetores 	<ul style="list-style-type: none"> • queda livre • lançamento vertical • lançamento horizontal • lançamento oblíquo • força impulsiva perpendicular • à velocidade • força constante perpendicular à velocidade 	<ul style="list-style-type: none"> • 1ª lei de Newton • 2ª lei de Newton • 3ª lei de Newton

da classe Conceitos de Físicos reúne conceitos envolvidos em movimentos humanos ou que dão apoio à abordagem biomecânica dos mesmos, como por exemplo, o conceito de vetores (Figura 4). O conceito de força é importante na medida em que ajuda o entendimento da força de um músculo e como esta participa da análise biomecânica do movimento. O conceito de momento de uma força e as grandezas relacionadas a este conceito, como o módulo da força e a distância entre a linha de ação e o centro de rotação, são abordados por serem fundamentais para o estudo do movimento humano e dos detalhes anatômicos envolvidos. O conceito de momento de inércia foi abordado para facilitar o entendimento de como a distribuição da massa de um corpo se relaciona com o seu movimento. Finalmente, o conceito de velocidade angular foi escolhido porque, assim como na Física, é importante também para a Biomecânica, a análise da relação entre o ângulo descrito pelo corpo e o intervalo de tempo gasto por este em um movimento giratório, considerando neste processo a participação dos aspectos anatômicos envolvidos.

Para dar uma idéia da classe Apli-

cações Biomecânicas, apresentam-se a seguir, as escolhas de movimentos humanos que enfatizam a aplicação dos conceitos físicos abordados no sistema. A *contração muscular* foi escolhida por ser possível aplicar o conceito de vetor aos aspectos anatômicos nela envolvidos e verificar como a direção, o módulo e o sentido deste se comportam durante o movimento. O movimento de *levantamento de carga* foi incluído porque, do ponto de vista biomecânico, será importante para o aprendizado de como o peso de uma carga, a força de um músculo e as suas características anatômicas, participam do movimento humano. A *flexão do cotovelo* foi escolhida para

mostrar a aplicação de variáveis de natureza mecânica aos aspectos anatômicos envolvidos: como o módulo da força e a distância entre a linha de ação desta e a articulação

influenciam o movimento. O movimento de *locomoção* foi abordado para demonstrar como a massa de um corpo e a sua distribuição em relação ao centro de massa a influenciam, ressaltando a importância desses fatores e suas implicações anatômicas no modelo biomecânico do movimento humano. O movimento do *saque* foi escolhido para a análise da relação

O conceito de força é importante na medida em que ajuda o entendimento da força de um músculo e como esta participa da análise biomecânica do movimento



Figura 4. As páginas que compõem o conceito de vetores.

entre o ângulo descrito pelo braço do jogador e a velocidade inicial da bola, destacando-se nessa análise, a participação dos aspectos anatômicos. A Figura 5 mostra a página referente ao saque, como exemplo das páginas da classe Aplicações Biomecânicas.

No conjunto de páginas de aplicações anatômicas foram abordados movimentos dos membros superiores e inferiores que se relacionam às apli-

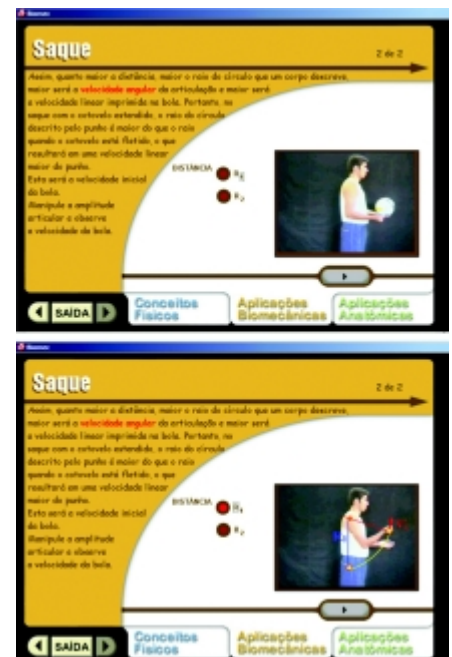


Figura 5. Páginas referentes ao movimento do saque.

cações biomecânicas abordadas no sistema. O músculo *bíceps braquial* foi escolhido porque está diretamente envolvido na flexão do cotovelo, na contração muscular e no levantamento de carga. O *músculo deltóide* foi abordado porque permite discutir os movimentos de levantamento de carga, contração muscular e saque. Os *músculos isquiotibiais* e *glúteo máximo* foram selecionados porque permitem apresentar analogias relacionadas aos conceitos de contração muscular e locomoção.

O Quadro 2 apresenta os conceitos físicos, as aplicações biomecânicas e as aplicações anatômicas que são abordados nas três classes que compõem o sistema hiperfídia Biomec.

O sistema Energia

O objetivo geral do sistema hiperfídia Energia⁷ é mostrar a correlação entre as diversas formas de energia que se manifesta e sua integração conceitual, evidenciada pelas propriedades da energia e suas leis fundamentais. A possibilidade de ligar conceitos, oferecida pela hiperfídia, foi particularmente vantajosa para este enfoque do conceito de energia, dificilmente abordado nos livros didáticos. O conteúdo, representado basicamente por animações, imagens e textos explicativos, foi dividido em três classes: Formas, Leis e Propriedades da Energia. Em todas as páginas é possível acessar conceitos físicos envolvidos na situação abordada, que fazem parte do glossário.

O conjunto de páginas referentes à classe Formas de Energia apresenta as principais formas de energia, buscando-se a relação interdisciplinar entre elas. As páginas de cada forma de energia são acessadas a partir de um índice (Figura 6) composto por animações de fenômenos físicos e químicos que representam diferentes manifestações da energia. A estrutura hipertextual serviu para destacar outros tipos de energia que podem ser considerados, dependendo da ênfase dada, a partir da energia que está sendo enfocada.

A possibilidade de ligar conceitos, oferecida pela hiperfídia foi particularmente vantajosa para o enfoque do conceito de energia, dificilmente abordado de maneira similar nos livros didáticos

Quadro 2. Conceitos e aplicações biomecânicas e anatômicas abordados no sistema hiperfídia Biomec.

Conceitos físicos	Aplicações biomecânicas	Aplicações anatômicas
<ul style="list-style-type: none"> • vetores • força • momento de uma força • momento de inércia • velocidade angular 	<ul style="list-style-type: none"> • contração muscular • levantamento de carga • flexão do cotovelo • locomoção • saque 	<ul style="list-style-type: none"> • músculo bíceps braquial • músculo deltóide • músculos isquiotibiais • músculo glúteo • máximo

O conjunto de páginas relacionadas à classe Leis apresenta as principais leis relacionadas à energia a partir de simulações de situações físicas a serem analisadas pelos alunos, nas quais eles podem controlar variáveis.

O conjunto de páginas referentes à classe Propriedades da Energia se inicia pela imagem de uma montanha à beira mar, sol, ventos e nuvens (Figura 7) que serve para mostrar as relações entre as diversas formas de energia originadas no Sol e na Terra, podendo-se fazer o cômputo quantitativo aproximado da energia total da Terra, através dos dados apresentados. Cada parte da imagem abre uma página que mostra outras imagens representativas e textos explicativos sobre as propriedades básicas da energia.

O Quadro 3 apresenta as formas, propriedades e leis da energia que são abordadas no sistema hiperfídia Energia.

A interação de estudantes com os sistemas desenvolvidos

A análise dos dados de navegação dos alunos que utilizaram os sistemas

Quadro 3

Formas de energia	Propriedades da energia	Leis da energia
<ul style="list-style-type: none"> • energia cinética • energia potencial gravitacional • energia potencial elástica • energia sonora • energia elétrica • energia luminosa • energia magnética • energia nuclear • energia térmica • energia bioquímica 	<ul style="list-style-type: none"> • conservação • transformação • propagação • armazenamento • degradação 	<ul style="list-style-type: none"> • lei de conservação da energia mecânica • leis da termodinâmica



Figura 6. Índice formas de energia.



Figura 7. Página inicial da classe Propriedades da Energia.

F&M e Biomec mostrou que a maior parte dos alunos conseguiu organizar o conhecimento consistentemente e tirar proveito da estrutura não-linear dos sistemas hiperfídia. Os sistemas hiperfídia F&M e Biomec permitiram interações adaptadas às necessidades conceituais de cada aluno, seja pelo conteúdo selecionado, o

tempo gasto em cada página ou pela ordem em que os conceitos foram visitados.

Foi possível verificar que os alunos usam diferentes estratégias para abordar o conteúdo. A navegação de um dos alunos no sistema F&M, por exemplo, parece ter sido guiada por um planejamento prévio que incluiu visitas a 19 dos 20 conceitos e leis, o

mesmo tempo em todas as páginas e a volta ao índice para escolher a próxima página. Também foi possível identificar, na estratégia usada por dois estudantes, que ambos visitaram, separadamente, um conjunto de

páginas relacionadas à dinâmica e um outro, de páginas relacionadas à cinemática. Os demais estudantes cruzaram alternadamente as páginas referentes às sub-áreas da mecânica. Tanto a estratégia de agregar conjuntos de conteúdo segundo um critério individual, quanto a de cruzar conhecimentos de diferentes sub-áreas do conteúdo são importantes características que diferenciam a navegação hipertextual dos alunos no F&M. Ficou claro que, quando o estudante pode controlar alguns aspectos do conteúdo, como, por exemplo, a ordem segundo a qual ele é apresentado, a organização resultante pode ser diferente daquela que pareceria a mais plausível para o professor.

A partir da análise da navegação apresentados de dois grupos que interagiram com o sistema hipermídia Biomec, pôde-se concluir que os estudantes que apresentavam nível mais estruturado de conhecimento anterior demonstraram interesse em abranger mais conteúdo e participar ativamente da construção do conhecimento viabilizada pelo sistema na medida em que esta experiência foi, provavelmente, vista como auxiliar, ou mesmo como revisão do processo de ensino-aprendizagem. Por outro lado, para os alunos com nível mais baixo de conhecimento anterior, o fato do conteúdo do sistema repre-

O desenvolvimento de sistemas hipermídia para a educação em Ciências é um trabalho que exige investimento de muito tempo por parte de uma equipe multidisciplinar para se chegar a um protótipo que seja relevante do ponto de vista educacional

sentar ainda uma novidade pode tê-los levado a fazer a opção por uma navegação mais seletiva, provavelmente, orientada por curiosidades e dificuldades conceituais remanescentes do Ensino Médio. Assim, a diferença entre as condições iniciais dos estudantes em termos do conhecimento anterior parece estar diretamente relacionada aos perfis de nave-

gação observados, como já sugerido pelo estudo de Fitzgerald e Semrau [7].

Com base nos resultados obtidos foi também possível concluir que o sistema Biomec permitiu a compreensão dos aspectos interdisciplinares dos conceitos envolvidos no movimento humano e que a interação com o programa melhorou esta compreensão principalmente por abordar a relação entre conceitos físicos, biomecânicos e anatômicos.

Considerações finais

A realização deste projeto tem deixado claro que o desenvolvimento de sistemas hipermídia para a educação em Ciências é um trabalho que exige investimento de muito tempo por parte de uma equipe multidisciplinar para se chegar a um protótipo que seja relevante do ponto de vista educacional. Tendo enfrentado essas condições, considera-se que os sistemas hipermídia desenvolvidos representem um conjunto de materiais didáticos inovadores que pode atender à carência de materiais educativos informatizados para o ensino médio e superior.

Do ponto de vista da pesquisa realizada, é possível dizer que houve um avanço do conhecimento sobre a interação de estudantes com sistemas hipermídia, apoiado pelo estudo dos sistemas hipermídia F&M e Biomec. Os resultados obtidos sobre sua utilização trouxeram resultados interessantes que contribuem para a validação deste tipo de material educativo para o ensino-aprendizagem de Ciências.

Notas

¹Apoio: CNPq.

²Tecnologias da informação e comunicação no ensino de Física: no processo de aprendizagem, na formação e na prática do professor de nível médio. Flavia Rezende, CNPq, 2002 (em andamento).

³Navegação é a movimentação do usuário no sistema.

⁴Nós são as unidades de informação que compõem o sistema.

⁵Estes sistemas são distribuídos gratuitamente para escolas públicas mediante uma licença de utilização concedida pelo NUTES-UFRJ à direção da escola.

⁶Índices são estruturas de acesso ao sistema. O conteúdo do índice pode ser organizado segundo uma determinada ordem pré-estabelecida pelo autor ou não, quando organizado na forma de rede.

⁷A versão do sistema Energia descrita nesta seção está sofrendo revisão de sua programação visual, o que no entanto não irá afetar seu conteúdo e as formas de navegação oferecidas.

Referências

- [1] F. Rezende, Desenvolvimento e avaliação de um sistema hipermídia para facilitar a reestruturação conceitual em mecânica básica. Caderno Catarinense de Ensino de Física, **18**, 197 (2001).
- [2] C.S.D. Cola, Biomec: um sistema hipermídia que integra conceitos de mecânica, biomecânica e anatomia humana. Dissertação de mestrado, NUTES-UFRJ, 2004.
- [3] A.S.Pereira, Desenvolvimento de um sistema hipermídia de aprendizagem sobre Energia para uma introdução à Física. Anais da XXIV Jornada de Iniciação Científica da UFRJ, 2002.
- [4] F. Rezende e S. Souza Barros, Discussão e reestruturação conceitual através da interação de estudantes com as visitas guiadas do sistema F&M. Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências. ABRAPEC. **1:2**, Maio/Agosto (2001).
- [5] G. Marchionini, Hypermedia and learning: freedom and chaos. Educational Technology **28**, 8 (1988).
- [6] R.J. Spiro, P.J. Feltovitch, M.J. Jacobson and R.L. Coulson, *Cognitive Flexibility, Constructivism and Hypertext: Random Access Instruction for Advanced Knowledge Acquisition in Ill-Structured Domains*, edited by T.M. Duffy & D.H. Jonassen, *Constructivism and the Technology of Instruction: A Conversation* (Lawrence Erlbaum, NJ, 1992).
- [7] G.E. Fitzgerald and L.P. Semrau, The effects of learner differences on usage patterns and learning outcomes with hypermedia case studies. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia **7**, 309 (1998).