

FERRAMENTA DE CONTROLE DA NAVEGAÇÃO EM HIPERMÍDIA EDUCACIONAL PARA O PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DE FÍSICA: O FEEDBACK PROCESSUAL

A TOOL FOR THE CONTROL OF NAVIGATION IN EDUCATIONAL HYPERMEDIA FOR THE TEACHING-
LEARNING PROCESS OF PHYSICS: THE PROCEDURAL FEEDBACK

Alberto Pessoa da Costa*
Gilberto Orengo**

RESUMO

Neste trabalho, propõe-se a criação de uma ferramenta de controle da navegação, em uma aplicação hiperídia educacional, como facilitadora do processo ensino-aprendizagem de Física: o *feedback* processual. A partir da constatação da importância didática da hiperídia e ao admitir o potencial didático-pedagógico dos recursos tecnológicos como facilitadores da aprendizagem significativa, identifica-se a importância do *feedback* no processo ensino-aprendizagem de Física, seja nos ambientes convencionais de ensino seja nos digitais. Dessa forma, percebe-se que o uso do meio digital pode levar ao isolamento didático do educando e, ao mesmo tempo, privá-lo do processo de reflexão crítica que o ambiente de sala de aula pode proporcionar. Assim, o *feedback* processual, servirá como suporte para a intervenção didático-pedagógica por parte do professor, o qual passará então a contar com um recurso digital que, apesar de não substituir o espaço sociocultural da sala de aula, permitirá uma compreensão maior das dificuldades de aprendizagem.

Palavras-chave: Interação sensorial. Retroalimentação. Aprendizagem significativa. Intencionalidade pedagógica. Hiperídia educacional.

ABSTRACT

In this paper, it is proposed the creation of a tool for navigation control in an educational hypermedia application as facilitator of the teaching and learning of physics with a procedural feedback. It is noticed the didactic importance of hypermedia and the potential of such technological pedagogic resources as facilitators of meaningful learning. It is also identified the importance of feedback in the teaching and learning process, whether in conventional or digital educational environments. Thus, it becomes evident that the use of digital media may lead to a didactic isolation of the student, as well as deprive him of the process of critical thinking that the classroom environment may provide. Thus, procedural feedback may serve as a support for the teacher's didactic-pedagogic intervention who can have a digital resource that, while not replacing the socio-cultural space of the classroom, can allow a greater understanding of the learning difficulties.

Keywords: Sensory Interaction. Feedback. Meaningful learning. Pedagogical intent. Educational hypermedia.

* Professor de Física do Colégio Militar de Salvador-BA e Mestre em Ensino de Física – UNIFRA. E-mail: albertpess@hotmai.com

** Professor Adjunto do Curso de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Física Médica – UNIFRA. E-mail: g.orengo@gmail.com

INTRODUÇÃO

A hipermídia (SANTOS, 1994) constitui-se em um importante recurso didático, seja no ensino presencial seja à distância. As possibilidades criadas pela hipermídia estabelecem novas dimensões didático-pedagógicas que vêm revolucionando o processo ensino-aprendizagem (TEODORO, 2000). Do ponto de vista didático, uma aplicação hipermídia educacional é um instrumento a mais na viabilização da construção de experiências sensoriais (COSTA; ORENGO, 2005) a serem vivenciadas pelos educandos. O processo ensino-aprendizagem de Física é muito dependente da capacidade do estudante em construir imagens, conceitualmente corretas, das diversas situações-problema a serem analisadas. Pode-se dizer que essa capacidade está diretamente vinculada ao tipo de experiência sensorial (COSTA; ORENGO, 2005) experimentada pelo educando no seu cotidiano.

De modo geral, pode-se afirmar que existe um leque variado de situações-problema a serem abordadas utilizando-se recursos hipermídia. Essas experiências, possivelmente, preencherão lacunas existentes no mundo vivencial dos educandos. A análise das situações-problema em meio hipermídia pode favorecer a criação de momentos pedagógicos próximos não só do contexto do educando, mas também ricos em estímulos sensoriais. Associar, porém o potencial didático da hipermídia, exclusivamente às vantagens relativas à percepção e ao estímulo sensorial, pode conduzir a um perigoso reducionismo, qual seja, retirar da discussão a estrutura conceitual do conhecimento e sua dimensão político-social.

Essa constatação fundamenta-se na valorização da intencionalidade pedagógica.

Deve-se identificar nos aparatos tecnológicos alguma potencialidade didática, sem a qual, seu uso pedagógico pode ser questionável. Por outro lado, não basta levar a tecnologia para a sala de aula nem transformar esta em espaço privilegiado da tecnologia, é preciso pensá-la didaticamente. Qual o significado de utilizar-se determinado *software* educacional sem uma preparação e planejamento prévios? Do ponto de vista da motivação (SISTO, 2000), o ganho é extraordinário, mas isso apenas não basta para justificar o uso pedagógico de tais aparatos tecnológicos. Assim, forma e conteúdo devem ser tratados à luz de determinado conjunto de pressupostos teórico-metodológicos. Nesse sentido, um recurso didático que potencialize a interação sensorial entre o educando e o conhecimento pode favorecer a apropriação do segundo pelo primeiro. “É na criação de experiências sensoriais que se consolida um planejamento didático valorizador da aprendizagem significativa” (COSTA, ORENGO, 2005, p. 2).

Essas considerações alicerçam a ideia de que a produção de aplicações hipermídia educacionais deve estar fundamentada em um corpo teórico-metodológico que oriente a sua elaboração. Assim, as características didáticas da aplicação devem ser colocadas em igualdade com as características técnicas desde o momento da elaboração do projeto de sua construção (FILHO, 2000). O desenvolvimento da aplicação deve levar em conta as especificidades dos conhecimentos que ela pretende abordar. As características tipológicas dos conteúdos (ZABALA, 1998), a interação entre os pré-requisitos, a contextualização dos conteúdos e as competências a serem mobilizadas (MAIA,

2000) são alguns dos aspectos didático-pedagógicos a serem considerados quando do desenvolvimento de uma aplicação hipermídia educacional. Esta abordagem atribuirá à aplicação a riqueza pedagógica necessária para que se possa justificar o seu uso em um ambiente escolar.

O *feedback* e a aprendizagem

Apesar da importância da agregação pedagógica dos recursos tecnológicos em uma aplicação hipermídia educacional, o que pode potencializar seu papel enquanto favorecedora da aprendizagem significativa (MOREIRA, 1983), é o tipo de *feedback* que ela proporciona, ou seja, o tipo de informação que o educando obtém da reação da aplicação após sua ação e que serve como avaliação dessa ação. Assim, o projeto da aplicação precisa garantir ao interagente (ARRIERO, 2001) um *feedback* coerente com a aprendizagem que se pretende. Considere-se interagente o educando durante sua interação com a aplicação.

Mesmo em ambientes educacionais convencionais a questão do *feedback* surge de forma orgânica e recorrente. Entretanto o *feedback* é, frequentemente, reduzido ao resultado obtido nas avaliações formais, mas pode ir além. Ele pode proporcionar ao educando um espaço pedagógico para discutir suas dúvidas e, ao mesmo tempo, possibilitar a análise e a reflexão acerca de suas conclusões.

No entanto, não basta informar ao educando se sua ideia acerca de determinado conhecimento está certa ou errada, o que se espera é que ele seja levado a refletir, criticamente, acerca das hipóteses,

operações e considerações realizadas na elaboração de uma conclusão, na formulação de uma resposta, na proposição de uma pergunta, ou mesmo na consolidação de um conceito (RAYS, 2004). No ambiente social da sala de aula, essas reflexões dependerão do tipo de interação entre os indivíduos e entre esses e o espaço social e histórico em que vivem, além de depender dos estímulos externos proporcionados por um conjunto de ações coordenadas, ou seja, os momentos pedagógicos propostos pelo professor.

Para uma aplicação hipermídia, deve-se pensar na interação do educando com determinado conjunto de aparatos tecnológicos. No momento em que ocorre essa interação, o veículo de contato entre a situação de aprendizagem e o educando é o recurso tecnológico utilizado. Portanto, em uma aplicação hipermídia educacional, a mediação pedagógica deve ser consolidada no processo de modelagem da aplicação (ARRIERO, 2001; FILHO, 2000). É nesta etapa da construção da aplicação que reside o espaço de intervenção pedagógica. Em vez de ater-se à produção ou escolha de textos, imagens, sons e simulações, a intervenção pedagógica pode orientar a modelagem da aplicação de maneira a garantir que ela contemple princípios de navegabilidade que valorizem a mediação pedagógica entre o interagente e a aplicação.

O *feedback* processual

As estruturas de acesso são responsáveis pela navegabilidade da aplicação. Entende-se por estruturas de acesso os mecanismos internos da interface que possibilitam a

navegação ao longo da aplicação. Ao ser acionado um determinado *link* ou nó da aplicação (SANTOS, 1994), como: botões, área de uma figura ou palavra sublinhada, alguma reação se espera por parte da aplicação. Essas reações podem envolver o surgimento de uma caixa de texto, ou até mesmo a apresentação de uma mídia qualquer: sons, filmes, simulações, podendo também conduzir o interagente a outras áreas da aplicação. A exploração adequada das potencialidades didáticas, proporcionadas por essas estruturas de acesso, estabelece um dos principais elos pedagógicos entre o aparato tecnológico e o processo ensino-aprendizagem (CORRADI, 2001).

No espaço coletivo e pedagógico da sala de aula, o professor pode debater com os educandos e, nesse debate, as concepções individuais são compartilhadas por todo o grupo. Este espaço de discussão favorece a reflexão acerca das hipóteses que permitiram ao educando consolidar sua opinião, sua resposta. De maneira que o educando, ou todo o grupo, pode até mesmo rever suas hipóteses e conclusões. Esse processo de reflexão crítica proporciona um *feedback* que favorece a avaliação formativa (PERRENOUD, 1999). Entretanto ao fazer uso de uma aplicação hipermídia educacional é possível que o educando se encontre sozinho e apenas a máquina, por meio da aplicação e sua interface pode proporcionar o *feedback* necessário para que o interagente possa refletir acerca de suas hipóteses e conclusões. Sem esse processo reflexivo a aprendizagem significativa não se consolida e a aplicação acabará por tornar-se uma mera enciclopédia digital, rica em informação mas pobre em

situações de aprendizagem significativa.

Do exposto até aqui se identifica que a principal problemática a ser analisada é sobre o tipo de *feedback* que se espera durante o processo ensino-aprendizagem. No espaço coletivo da sala de aula, o *feedback* pode ser determinado pela mediação pedagógica proporcionada pelo professor. Como então incorporar essa mediação em uma aplicação hipermídia educacional? Se lançarmos nosso olhar sobre os livros didáticos, veremos que, de modo geral, eles apresentam um tipo de *feedback* específico. A estrutura básica dos livros didáticos destinados ao ensino de Física consiste, via de regra, de uma apresentação formal do conhecimento por meio de textos enriquecidos por imagens. Em continuidade o livro-texto fornece um conjunto de exercícios resolvidos, geralmente, em ordem crescente de dificuldade, e depois oferece exercícios a serem resolvidos pelo educando.

Em todos esses casos pode-se identificar um certo tipo de *feedback* que ocorre durante o processo ensino-aprendizagem. Esse *feedback* pode ser fornecido pelo livro diretamente ao educando (por meio dos exercícios resolvidos), ou pelo professor, durante as discussões e debates acerca das questões propostas pelo livro-texto, ou ainda, pela combinação desses dois processos. De maneira geral, o *feedback* que se está analisando não se resume em apenas fornecer ao educando a perspectiva meramente dicotômica, ou seja, não basta classificar a resposta do educando como certa ou errada, é preciso proporcionar a reflexão em torno das hipóteses que levaram o educando à determinada conclusão. Mas este *feedback* deve ocorrer durante o processo ensino-aprendizagem, uma vez que, somente sendo parte desse processo,

o *feedback* terá valor pedagógico.

É nesse contexto que se define o *feedback* processual, ou seja, uma retroalimentação contínua envolvendo as respostas, suas hipóteses geradoras e as operações envolvidas na sua construção. Cada resposta deve vir seguida de uma reflexão e esta permite um questionamento acerca das hipóteses formuladas e das operações realizadas, e conseqüentemente a construção de novas respostas que, novamente, podem ser revistas. Dessa forma, o processo reflexivo será continuamente reiniciado até o momento em que haja coincidência da resposta fornecida pelo educando com aquela referendada pelo crivo científico.

Implementação do *feedback* processual

Nota-se que a implementação do *feedback* processual só pode ocorrer durante a modelagem da aplicação, pois é durante esta modelagem que se definem as ferramentas (mecanismos) que irão controlar a navegação do interagente, ou seja, a proposição de determinados mecanismos de controle da navegação pode favorecer a implementação do *feedback* processual. De modo geral, pode-se conceber o *feedback* processual como uma ferramenta de controle da navegação.

A perspectiva didático-pedagógica aqui adotada concebe que se deve fornecer ao interagente, além da informação acerca do acerto e do erro, a própria solução para ser analisada. Nessa solução devem ser disponibilizados *links* (CORRADI, 2001) que permitam a reflexão acerca de partes da solução e, ao mesmo tempo, possam conduzir o interagente a novas áreas da aplicação. Nota-

-se que tenha o interagente errado ou acertado, sempre será fornecida a solução. Entretanto, em caso de a resposta estar errada, ele deve ser conduzido a áreas da aplicação que permitam a revisão do conhecimento, a retomada de pré-requisitos. Em todos os casos, porém o interagente deve ter à sua disposição um espaço específico em que ele possa identificar em quais pontos da sua resposta ocorreu a divergência com o saber formal, admitido como correto, uma vez que, do ponto de vista do interagente, a sua resposta está correta, pois ele seguiu um raciocínio que o conduziu àquela conclusão. Assim, a reflexão acerca do caminho seguido terá maior valor do que a própria resposta encontrada.

Mas o *feedback* processual pressupõe a interação de vários agentes: entre professor e educandos e entre os próprios educandos. Como então proporcionar essa interação? É claro que a utilização de “salas de bate-papo”, “e-mail”, de recursos de “videoconferência” e até mesmo de espaços digitais como o *TelEduc* (OTSUKA, 2002) favorecem a interação e vêm se constituindo em poderosas ferramentas pedagógicas, mas no que diz respeito a uma aplicação hipermídia educacional, em que o uso doméstico, e portanto individual, é potencializado, a preocupação com essa interação é crucial. Nesse sentido, como pode o professor saber se o educando navegou por determinado conjunto de *links*? Como saber se o educando acertou determinadas questões e se ele analisou as soluções propostas? Será possível ter informação acerca do tempo dedicado para a análise da situação-problema, ou mesmo da solução? De forma mais ampla, qual o nível de informação que o professor detém acerca do tipo de interação

entre o educando e a aplicação hipermídia educacional? A relevância dessas questões está relacionada à concepção de que o papel de mediador do professor só pode ser efetivado se o mesmo tiver a oportunidade de intervir no processo ensino-aprendizagem.

É preciso salientar que a resposta a essas questões não é trivial, pois envolve a palavra controle, uma vez que a intencionalidade pedagógica pressupõe um certo nível de controle, por parte do professor, e se a dimensão didático-pedagógica desta palavra não for compreendida, corre-se o risco de se perder uma das maiores virtudes do meio digital: a liberdade de escolha. Aqui se busca estabelecer um controle da informação retornada pelo interagente. Nesse sentido, o *feedback* processual tem duplo sentido uma vez que busca atender às necessidades do educando e dá ao professor elementos concretos para conduzir sua prática de forma a atender a essas necessidades, ou seja, do ponto de vista pedagógico, a autonomia do educando deve ser estimulada sem que o professor perca seu espaço de intervenção. Esse espaço é fundamental para que o professor possa exercer seu papel de mediador entre o saber formal e o conjunto de saberes que o educando possui e que, por vezes, são incompatíveis com o saber formal.

Dentro de uma aplicação hipermídia educacional, este espaço pode ser favorecido por meio da criação de um banco de dados vinculado a um cronômetro digital (SCNEIDER, 2005). A cada acesso (seja à aplicação, seja um *link* específico), o banco de dados registrará o tempo de acesso. Assim, para cada *link* acessado terá um registro individual, e cada resposta fornecida terá um registro associado

(relativo ao acerto ou ao erro) e a solução terá o tempo de visualização registrado. Esses registros gerarão um relatório a ser enviado, eletronicamente, ao professor. De posse das informações, o professor poderá interferir no processo ensino-aprendizagem de forma mais efetiva. Essa intervenção poderá vir por meio de sugestões de revisão de determinado conhecimento, da proposição de uma avaliação presencial, ou por meio da abordagem pedagógica que o professor julgar necessário.

A potencialidade desse recurso está na possibilidade de o professor identificar em que ponto reside a dificuldade de aprendizagem do educando. Uma vez que, na medida em que *links* semelhantes, ou relativos ao mesmo conhecimento, sejam repetidamente visitados ou mesmo que respostas erradas sejam fornecidas a várias questões sobre o mesmo tipo de conhecimento, podem indicar pontos específicos no conjunto de conhecimentos abordados que precisam sofrer uma intervenção pedagógica diferenciada. As informações relativas ao tempo de acesso podem indicar o nível de interesse e motivação e, ao mesmo tempo, ser um indicador do grau de dificuldade do interagente ao lidar com determinado conhecimento. Por outro lado, é possível identificar dificuldades relacionadas com a navegação e problemas de desorientação, sendo que, nesses casos, a intervenção do professor seguirá não ao conjunto dos conhecimentos que estão sendo tratados pela aplicação, mas, sim, o rumo do esclarecimento das estruturas de navegação da aplicação. Por isso, acredita-se que a interação entre o professor e o educando será plena e rica em situações de aprendizagem, sejam elas relativas aos conhecimentos

pedagógicos ou as que dizem respeito à estrutura de navegação da aplicação.

Uma abordagem didático-pedagógica que pode ser adotada no planejamento e construção de uma aplicação hipermídia educacional é a valorização de situações-problema como elemento-chave tanto nos aspectos didáticos e pedagógicos como naqueles relacionados à motivação. Estas situações-problema podem ser elaboradas para que sirvam de introdução aos conhecimentos a serem analisados e/ou como instrumentos de avaliação, sendo que o seu nível de complexidade pode ser crescente tanto no que diz respeito ao aprofundamento de determinado conhecimento, como no aprofundamento dentro da própria aplicação.

Não mais os conhecimentos serão tomados como centro, ponto de partida e fim. Eles constituirão o conjunto de ferramentas disponíveis para se analisar a realidade, representada, no mundo digital, por meio de mídias diversas. Esta abordagem procura estabelecer uma conexão direta entre a definição de *feedback* processual e o conceito de aprendizagem significativa, de forma a se garantir a coerência entre o tipo de ensino que se deseja e o meio em que ele se realiza.

Um exemplo de implementação do *feedback* processual

A ferramenta de controle da navegação em uma aplicação hipermídia educacional, definida neste trabalho, pressupõe que ela será tanto mais eficiente quanto mais a aplicação valorizar os aspectos cognitivos inerentes à aprendizagem de determinado conteúdo. Além disso, as diversas interações entre os conhecimentos devem ser contempladas para que a navegação possa

aproximar-se de uma abordagem interdisciplinar dos conteúdos. Adotando essa perspectiva, passa-se agora a exemplificar a implementação de tal ferramenta em uma aplicação hipermídia educacional destinada ao processo ensino-aprendizagem em Física.

Inicialmente, escolheu-se o conceito de taxa de variação, enquanto conhecimento a ser abordado pela aplicação. A escolha não foi arbitrária, elegeu-se um conhecimento cuja amplitude proporciona um grande leque de interações com outros conhecimentos. Assim, a taxa de variação de uma grandeza em relação à outra está presente em diversos ramos do conhecimento, como exemplo, pode-se citar, dentre outros: flutuações demográficas, variações de índices econômicos, escassez e abastecimento de água, expansionismo territorial e migrações.

Antes da construção da aplicação, procurou-se identificar a tipificação (ZABALA, 1998, p. 39) do conhecimento a ser nela abordado. Identificou-se que se trata de um conteúdo conceitual (ZABALA, 1998, p. 39) associado a um conjunto de conteúdos factuais e procedimentais (ZABALA, 1998). Segundo Zabala, “por conteúdos factuais se entende o conhecimento de fatos, acontecimentos, situações, dados e fenômenos concretos e singulares” (ZABALA, 1998, p. 41). E ele prossegue dizendo que esse conhecimento é

indispensável desde que estes fatos e acontecimentos disponham dos conceitos associados que permitam interpretá-los, sem os quais se converteriam em conhecimentos estritamente mecânicos (ZABALA, 1988, p. 41).

Já os conteúdos conceituais “se referem

ao conjunto de fatos, objetos ou símbolos que têm características em comum” (ZABALA, 1998, p. 42). Os conteúdos procedimentais “são um conjunto de ações ordenadas com um fim” (ZABALA, 1988, p. 45). Nesse sentido, Zabala estabelece que a aprendizagem dos conteúdos procedimentais envolve a repetição, a reflexão sobre a própria atividade e a aplicação em contextos diferenciados.

Assim, a aplicação proporrá a análise do contexto e a seleção de uma situação-problema que solicitará uma resposta. A elaboração da resposta envolverá a utilização de um conjunto de procedimentos e de determinadas regras (conversão entre unidades de medida, uso da notação científica, divisão e multiplicação de números reais, aproximação, cálculo de volume). A análise do conceito de proporção e de suas propriedades será de fundamental importância uma vez que o núcleo da aplicação baseia-se nesses conhecimentos. A própria definição de taxa de variação exemplifica o fato: taxa de variação é uma medida de quanto uma grandeza varia em relação à outra. Diante dessas considerações as simulações, os textos, as imagens e as soluções apresentadas devem valorizar tais conhecimentos.

Os contextos elaborados envolvem questões relativas à água (abastecimento, escassez, uso) e questões relativas a aspectos históricos (expansionismo, migrações, guerras). Esses contextos são apresentados por meio de um texto, após serem selecionados no menu principal. Na sequência à apresentação do contexto, o interagente seleciona uma situação-problema. Como exemplo, pode-se citar o contexto “Humanidade” e a situação-problema “Marcha dos derrotados”. O contexto, apresentado na

forma de um texto, discute as movimentações populacionais pelo globo terrestre ao longo da história. A situação-problema “Marcha dos derrotados” refere-se à marcha de Raposo Tavares, e seus comandados, desde o Cabo São Roque, no Rio Grande do Norte até a cidade de Salvador, após a derrota para os Holandeses em 1639. A resposta solicitada refere-se à velocidade escalar média desenvolvida, por Raposo e seus homens, durante a “grande marcha dos derrotados”, sendo que a resposta deve ser fornecida em metros por segundo e em notação científica.

O espaço destinado à resposta corresponde a duas caixas de texto, uma referente ao número que deve multiplicar a potência de dez e outra referente ao expoente dessa potência. Um botão é disponibilizado para a confirmação da resposta. Após a confirmação das respostas, a aplicação informa ao interagente acerca do acerto e do erro para cada uma das duas caixas de texto. Nesse momento, todos os botões (exceto o botão SAIR) são desabilitados e o botão ANALISAR A SOLUÇÃO é disponibilizado. Com isso, o interagente só pode optar entre sair da aplicação, ou analisar a solução proposta, aqui se consolida a intervenção pedagógica planejada no processo de construção da aplicação. Uma vez selecionada a opção ANALISAR A SOLUÇÃO, o *link* acionado conduz o interagente a uma página da aplicação que contém a solução detalhada para a situação-problema em questão. Caso o interagente opte por sair da aplicação, o banco de dados registrará o ponto em que ele se encontra e, quando ele tornar a acessar a aplicação, esta fornecerá as opções: RETORNAR ONDE PAREI ou SELECIONAR NOVO CONTEXTO. Garante-se a autonomia, mas não se perde o vínculo com processo *ensino-aprendizagem* em andamento.

Na página referente à solução, *links* são disponibilizados para que o interagente possa selecionar a etapa da solução que achar necessário. O recurso da animação ressalta aspectos relativos às transformações sofridas pelos números durante as diversas operações matemáticas envolvidas. Pode-se, assim, demonstrar como uma proporção se transforma em uma igualdade de produtos, dentre outras demonstrações possíveis. Outra simulação mostra um mapa da região e representa, por meio de animação, o deslocamento hipotético de Raposo e seus comandados.

A solução apresentada também discute o valor obtido (27 cm/s) como um reflexo das condições físicas das pessoas envolvidas e das condições do terreno. Ao proporcionar uma reflexão acerca das limitações e potencialidades humanas e, ao mesmo tempo, sugerir que não basta obter um resultado, mas é preciso refletir acerca do seu significado. Viabiliza-se assim a discussão em torno dos conteúdos atitudinais que podem ser agrupados em “valores, atitudes e normas” (ZABALA, 1998, p. 46). Na medida em que o interagente tem a oportunidade de refletir acerca de momentos históricos nos quais os seres humanos se envolvem em conflitos armados, dispendo de suas vidas para atingir objetivos relacionados à conquista de territórios e ao acúmulo de riquezas, pode-se esperar que os valores, normas e atitudes vigentes, na sociedade, sejam questionados e compreendidos como uma construção histórica e em contínua reelaboração. Uma vez que “a aprendizagem dos conteúdos atitudinais supõe um conhecimento e uma reflexão” (ZABALA, 1998, p. 48) e que

“implica análise de fatores positivos e negativos, uma tomada de posição, uma revisão e avaliação da própria atuação” (ZABALA, 1998, p. 48). Diante do exposto, criam-se condições para a viabilização da aprendizagem desses conteúdos, tão fundamentais na consolidação de um processo ensino-aprendizagem, que proporcionem ao educando um espaço para o exercício da crítica, sem o qual o processo distancia-se da busca pela formação integral (ZABALA, 1988).

Ao sair da aplicação, em qualquer ponto dela, ela cria, automaticamente, um relatório digital a ser enviado ao professor (Figura 1). Nesse relatório, o professor tem acesso a informações específicas relacionadas ao erro ou ao acerto, ao tempo de acesso e às áreas da aplicação visitadas. Assim, o professor pode identificar em quais pontos o interagente se deteve por mais tempo, ou apresentou erros repetidas vezes. Como a aplicação é composta por outros contextos e por outras situações-problema que abordam o mesmo conjunto de conhecimentos, é possível identificar em quais procedimentos o interagente apresentou maior dificuldade (como por exemplo: a conversão entre unidades ou a representação em notação científica) uma vez que todas as etapas relevantes da solução são dotadas de *links* e os acessos a eles são uma indicação do tipo de dificuldade que o interagente apresenta. Até mesmo a baixa taxa de acesso pode ser um indicador a ser observado, nesse caso, o interagente pode não estar motivado a interagir com a aplicação ou mesmo não apresenta dificuldades significativas com este conjunto de conhecimentos.

NOME	PAGINA EM QUE PAROU
Alberto	CTX2SIT1A

TEMPO DE ACESSO	
TEMPO TOTAL	0:21:59
ENTRADA	14:58:38, 14-10-2005
SAIDA	15:24:49, 14-10-2005
ENTRADA	14:34:09, 18-10-2005
SAIDA	16:54:53, 18-10-2005

C = Certa / E = Errada	
RESERVATORIO D'AGUA	C
MARCHA DOS DERROTADOS (a)	E
MARCHA DOS DERROTADOS (b)	C

NUMERO DE ENTRADAS EM PAGINAS	
CONTEXTO AGUA	1
MENU-AGUA	2
SIT. RESERVATORIO	1
CONTEXTO HUMANIDADE	1
SIT. MARCHA dos DERROTADOS (a)	5
SIT. MARCHA dos DERROTADOS (b)	3
VELOCIDADE MEDIA	2
TAXA DE VARIAÇÃO	1
PROPORÇÃO	1
CONVERSAO	1

Figura 1 - Exemplo de parte do relatório digital a ser enviado pelo interagente ao professor.

Nesse exemplo, é possível identificar os instantes e a data em que o interagente entrou na aplicação e o intervalo de tempo que durou a interação.

Temos o número de visitas a cada página e a informação acerca do acerto e do erro.

Nesse exemplo, não consta o tempo referente à interação com os diversos *links*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, buscou-se consolidar a definição do *feedback* processual como uma ferramenta de navegação a ser adotada na modelagem de uma aplicação hipermídia educacional, além de exemplificar a sua implementação. Por *feedback* processual, entende-se a retroalimentação contínua, envolvendo as respostas, suas hipóteses geradoras e as operações envolvidas na sua construção, ou seja, o interagente fornece uma resposta e esta é avaliada. A informação relativa ao acerto ou ao erro é fornecida e imediatamente uma solução é oferecida

para análise por parte do interagente. Ao analisar essa solução, o interagente tem, à sua disposição, vários *links* que lhe permitem rever conhecimentos e, ao mesmo tempo, reavaliar as hipóteses que o levaram a formular sua resposta. Em complemento, um banco de dados, associado a um cronômetro digital, pode gerar um relatório digital destinado ao professor. Uma vez de posse dos dados contidos, no relatório digital, o professor pode planejar a sua interferência pedagógica de maneira a apoiar a navegação, reorientar o processo ensino-aprendizagem, ou refletir acerca de aspectos motivacionais com o educando. Por outro lado, a análise

desse relatório digital pode indicar pontos específicos, no conjunto de conhecimentos abordado pela aplicação, que devem ser objeto de uma atenção específica do professor. Essa concepção está fundamentada na importância da interação professor-educando dentro do processo ensino-aprendizagem.

Ressalta-se que a viabilização do *feedback* processual só ocorrerá se os aspectos pedagógicos referentes a determinado conjunto de conhecimentos forem levados em consideração, dentro de certo corpo teórico-metodológico, desde a etapa de modelagem da aplicação. A navegação da aplicação será um reflexo do planejamento didático-pedagógico referente ao conjunto de conhecimentos a serem abordados pela aplicação. Por isso, a teia conceitual, representada pelos *links* disponibilizados, refletirá uma concepção teórico-metodológica e, por conseguinte, as expectativas referentes à aprendizagem esperada. Em especial, é possível tomar como ponto de partida contextos associados a situações-problema. Determinado contexto servirá de acesso a um conjunto de situações-problema. As respostas a cada uma das situações-problema fornecem acesso às soluções formais. Essas soluções formais contêm *links* que permitem revisar, aprofundar ou retomar aspectos relevantes do conhecimento em discussão. A abordagem pedagógica viabilizará a interdisciplinaridade e poderá favorecer aspectos relativos à motivação. Em outra perspectiva, a liberdade do interagente em escolher o contexto e a situação-problema, a ser analisada, garante à aplicação a flexibilidade necessária para uma navegação autônoma e investigativa, tomando o interagente corresponsável pelo processo ensino-aprendizagem.

O exemplo de implementação do *feedback* processual apresentado aborda o conjunto de conhecimentos relativos ao conceito de taxa de variação. Por meio da aplicação, o educando é levado a refletir acerca dos diversos aspectos relacionados a estes conhecimentos, inclusive aqueles relacionados aos chamados conteúdos atitudinais. A aplicação descrita parte de situações-problema contextualizadas que propõem a reflexão acerca de temas variados relacionados ao conceito de taxa de variação. As soluções apresentadas contemplam diversos aspectos relativos aos conteúdos procedimentais e factuais envolvidos. Em especial, os conhecimentos relacionados às conversões entre as unidades de medida e as operações matemáticas envolvidas. Destaque-se a valorização de animações e simulações, quanto ao seu caráter pedagógico e não apenas enquanto experiências sensoriais (COSTA; ORENGO, 2005) favorecedoras da motivação.

Por meio do banco de dados, gerado pela aplicação, proporcionou-se ao professor elementos concretos para que ele possa intervir no processo ensino-aprendizagem individualizado do educando, durante o uso da aplicação hipermídia educacional projetada para ser mais um elemento facilitador da aprendizagem significativa de determinado conjunto de conhecimentos de Física.

REFERÊNCIAS

ARRIERO, V. P. **Multimídia computacional: Produção, planejamento e distribuição.** Florianópolis: Editora Visual Books, 2001.

CORRADI, F. M. et al. Nós, links, e redes... **Revista de Biologia e ciências da terra**, v. 1, n. 1, 2001.

COSTA, A. P.; ORENGO, G. A manipulação didática do contexto: um exemplo de contextualização no ensino da Cinemática. In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física (p. 113), SBF. Rio de Janeiro, 2005.

FILHO, W. P. P. **Multimídia: Conceitos e Aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

MAIA, E. M. (Coord). **Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio**. Brasília. Ministério da Educação, 2000.

MOREIRA, M. A. **Ensino e Aprendizagem; Enfoques teóricos**. 3. ed. São Paulo: Editora Moraes, 1983.

OTSUKA, J. L. et al. **Suporte à Avaliação Formativa no Ambiente de Educação à Distância TelEduc**. Campinas: Unicamp. 2002.

PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens entre duas lógicas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

RAYS, O. A. A aula: Perspectiva crítico-dialética. **Revista Educação e Cidadania, Campinas**, V. 3, n. 1-2, p. 93-106, 2004.

SANTOS, N. et al. **Navegação em documentos hipermídia: O estado da arte**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1994.

SCHNEIDER, L. et al. **Elaboração de um cronômetro para utilização em aplicativos criados com Toolbook**. In: IX Simpósio de Ensino Pesquisa e Extensão do Centro Universitário Franciscano – UNIFRA, Santa Maria-RS, 2005.

SISTO, F. F. et al. (Orgs.).Vários autores. **Leitura de Psicologia para professores**. Petrópolis-RJ : Ed. Vozes; Bragança Paulista-SP: Universidade São Francisco, 2000.

TEODORO, V. D. **Modellus: uma ferramenta computacional para criar e explorar modelos matemáticos**. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2000.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: Como Ensinar**. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

RECEBIDO EM: 04/05/2012.

APROVADO EM: 10/08/2010.