
Ensaio

Aprendizagem significativa e o ensino de ciências

Meaningful learning and teaching of science

Romero Tavares✉

Departamento de Física, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Paraíba, Brasil

Resumo

Este trabalho descreve os princípios teóricos que fundamentam a construção de objetos de aprendizagem considerando a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Por outro lado, a teoria da codificação dual indica que a aprendizagem torna-se potencialmente mais efetiva quando a transmissão da informação acontece através dos canais verbal e visual. Esses objetos de aprendizagem se propõem a facilitar a aprendizagem de significados dos conteúdos relacionados ao ensino de ciências, tanto fazendo um uso integrado de mapas conceituais, animação interativa e textos, quanto fazendo uso da codificação dual e se configurando como uma representação múltipla de um determinado acontecimento. © Cien. Cogn. 2008; Vol. 13 (1): 94-100.

Palavras-chave: mapa conceitual; animação interativa; codificação dual.

Abstract

This work describes the theoretical principles that support the construction of learning objects, considering Ausubel meaningful learning theory. Dual coding theory points that learning will be more effective, when the transmission of information happens simultaneously through visual and verbal channels. The objective of this learning object is to make easy the construction of meanings, mainly the subject related to college science. We suggest the use of dual coding to minimize the cognitive loading and then facilitating meaningful learning. © Cien. Cogn. 2008; Vol. 13 (1): 94-100.

Key words: concept map; interactive animation; dual coding.

1. Aprendizagem significativa¹

A teoria da aprendizagem de Ausubel e colaboradores (Ausubel *et al.*, 1980; Ausubel, 2003) se propõe a lançar as bases para a compreensão de como o ser humano constrói significados e desse modo apontar caminhos para a elaboração de estratégias de ensino que facilitem uma *aprendizagem significativa*.

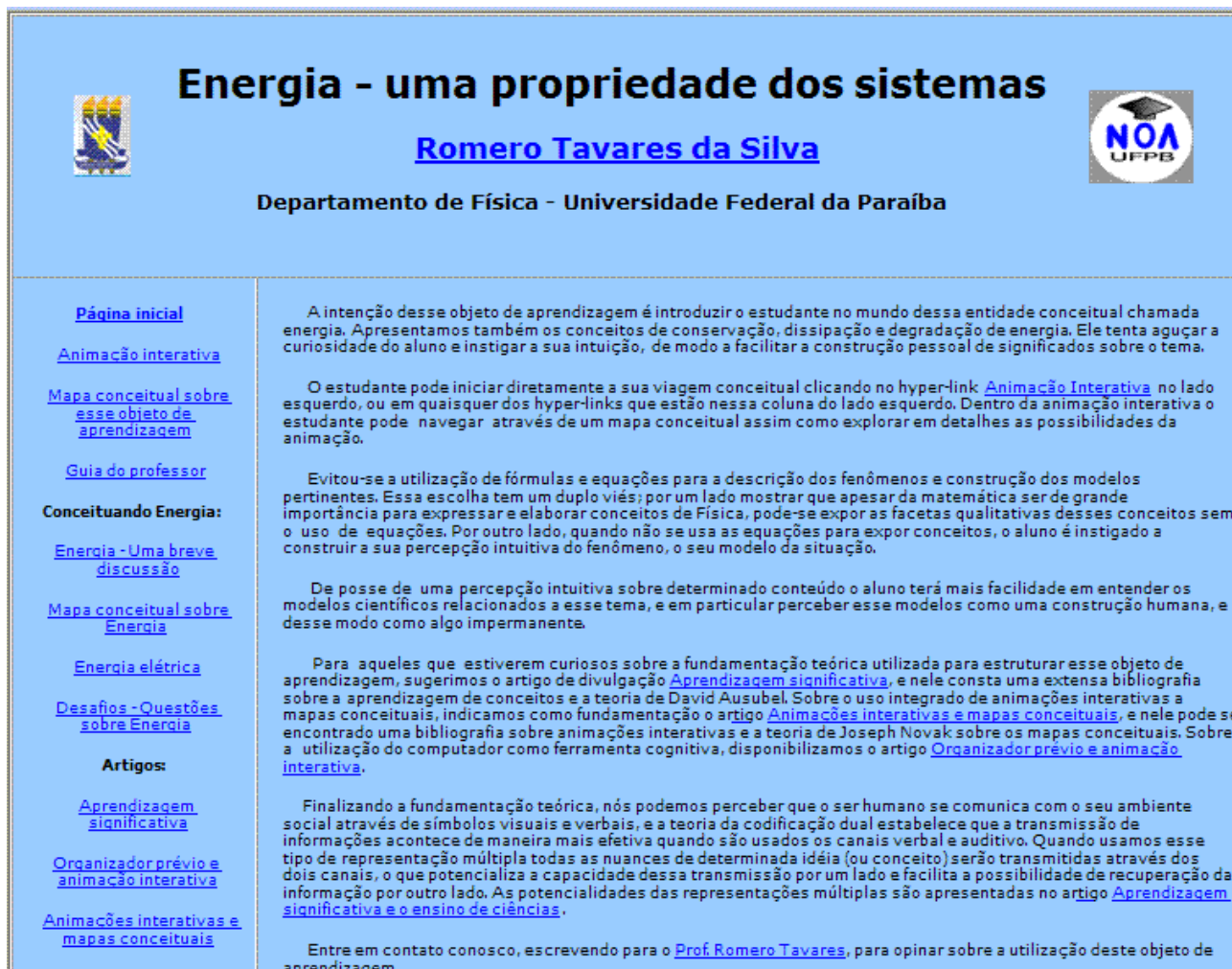
Quando se depara com um novo corpo de informações o aprendiz pode decidir absorver esse conteúdo de maneira literal, e desse modo a sua aprendizagem será mecânica,

pois ele só conseguirá simplesmente reproduzir esse conteúdo de maneira idêntica a aquela que lhe foi apresentada. Nesse caso não existiu um entendimento da estrutura da informação que lhe foi apresentada, e o aluno não conseguirá transferir o aprendizado da estrutura dessa informação apresentada para a solução de problemas equivalentes em outros contextos.

No entanto, quando o aprendiz tem pela frente um novo corpo de informações e consegue fazer conexões entre esse material que lhe é apresentado e o seu conhecimento prévio em assuntos correlatos, ele estará

construindo significados pessoais para essa informação, transformando-a em conhecimentos, em significados sobre o conteúdo apresentado. Essa construção de significados não

é uma apreensão literal da informação, mas é uma percepção substantiva do material apresentado, e desse modo se configura como uma aprendizagem significativa (Tavares, 2004).



Energia - uma propriedade dos sistemas
Romero Tavares da Silva
 Departamento de Física - Universidade Federal da Paraíba

Página inicial
[Animação interativa](#)
[Mapa conceitual sobre esse objeto de aprendizagem](#)
[Guia do professor](#)
Conceituando Energia:
[Energia - Uma breve discussão](#)
[Mapa conceitual sobre Energia](#)
[Energia elétrica](#)
[Desafios - Questões sobre Energia](#)
Artigos:
[Aprendizagem significativa](#)
[Organizador prévio e animação interativa](#)
[Animações interativas e mapas conceituais](#)

A intenção desse objeto de aprendizagem é introduzir o estudante no mundo dessa entidade conceitual chamada energia. Apresentamos também os conceitos de conservação, dissipação e degradação de energia. Ele tenta aguçar a curiosidade do aluno e instigar a sua intuição, de modo a facilitar a construção pessoal de significados sobre o tema.

O estudante pode iniciar diretamente a sua viagem conceitual clicando no hyper-link [Animação Interativa](#) no lado esquerdo, ou em quaisquer dos hyper-links que estão nessa coluna do lado esquerdo. Dentro da animação interativa o estudante pode navegar através de um mapa conceitual assim como explorar em detalhes as possibilidades da animação.

Evitou-se a utilização de fórmulas e equações para a descrição dos fenômenos e construção dos modelos pertinentes. Essa escolha tem um duplo viés; por um lado mostrar que apesar da matemática ser de grande importância para expressar e elaborar conceitos de Física, pode-se expor as facetas qualitativas desses conceitos sem o uso de equações. Por outro lado, quando não se usa as equações para expor conceitos, o aluno é instigado a construir a sua percepção intuitiva do fenômeno, o seu modelo da situação.

De posse de uma percepção intuitiva sobre determinado conteúdo o aluno terá mais facilidade em entender os modelos científicos relacionados a esse tema, e em particular perceber esse modelos como uma construção humana, e desse modo como algo impermanente.

Para aqueles que estiverem curiosos sobre a fundamentação teórica utilizada para estruturar esse objeto de aprendizagem, sugerimos o artigo de divulgação [Aprendizagem significativa](#), e nele consta uma extensa bibliografia sobre a aprendizagem de conceitos e a teoria de David Ausubel. Sobre o uso integrado de animações interativas a mapas conceituais, indicamos como fundamentação o artigo [Animações interativas e mapas conceituais](#), e nele pode se encontrado uma bibliografia sobre animações interativas e a teoria de Joseph Novak sobre os mapas conceituais. Sobre a utilização do computador como ferramenta cognitiva, disponibilizamos o artigo [Organizador prévio e animação interativa](#).

Finalizando a fundamentação teórica, nós podemos perceber que o ser humano se comunica com o seu ambiente social através de símbolos visuais e verbais, e a teoria da codificação dual estabelece que a transmissão de informações acontece de maneira mais efetiva quando são usados os canais verbal e auditivo. Quando usamos esse tipo de representação múltipla todas as nuances de determinada idéia (ou conceito) serão transmitidas através dos dois canais, o que potencializa a capacidade dessa transmissão por um lado e facilita a possibilidade de recuperação da informação por outro lado. As potencialidades das representações múltiplas são apresentadas no artigo [Aprendizagem significativa e o ensino de ciências](#).

Entre em contato conosco, escrevendo para o [Prof. Romero Tavares](#), para opinar sobre a utilização deste objeto de aprendizagem.

Figura 1 - Apresentação frontal do objeto de aprendizagem.

Em uma aprendizagem significativa não acontece apenas a retenção da estrutura do conhecimento, mas se desenvolve a capacidade de transferir esse conhecimento para a sua possível utilização em um contexto diferente daquele em que ela se concretizou.

2. Mapa conceitual

O ser humano apresenta a tendência de aprender mais facilmente um corpo de conhecimentos quando ele é apresentado a partir de suas idéias mais gerais e mais inclusivas (Ausubel *et al.*, 1980; Ausubel, 2003) e se desdobrando para as idéias mais específicas e

menos inclusivas. Considerando essa característica da construção de significados, Novak e Gowin (1999) propuseram a construção de *mapas conceituais* como estruturador do conhecimento. Uma maneira de se construir um mapa conceitual de determinado conteúdo é nomear quais os seus conceitos mais importantes e a seguir o mais importante dentre aqueles que foram listados. Dessa maneira se elege o conceito raiz desse mapa, e o passo seguinte seria a construção de uma segunda geração com a escolha dos conceitos imediatamente menos inclusivos que o conceito raiz. As gerações subseqüentes seriam construídas à semelhança do que foi descrito para a

segunda geração. O desdobramento de um conceito em outros conceitos menos inclusivos em uma dada ramificação de um mapa conceitual é chamado de diferenciação progressiva, pois acontecerá a elucidação das possíveis diferenças entre conceitos semelhantes. Durante o processo de construção poderiam ser percebidas conexões laterais entre

conceitos de ramificações diferentes, e essa conexão de conceitos aparentemente díspares é chamada de reconciliação integrativa. Essa percepção de conexões inusitadas entre conceitos é um fruto evidente da criatividade humana, de visualizar relações e perceber aquilo que os outros ainda não perceberam.

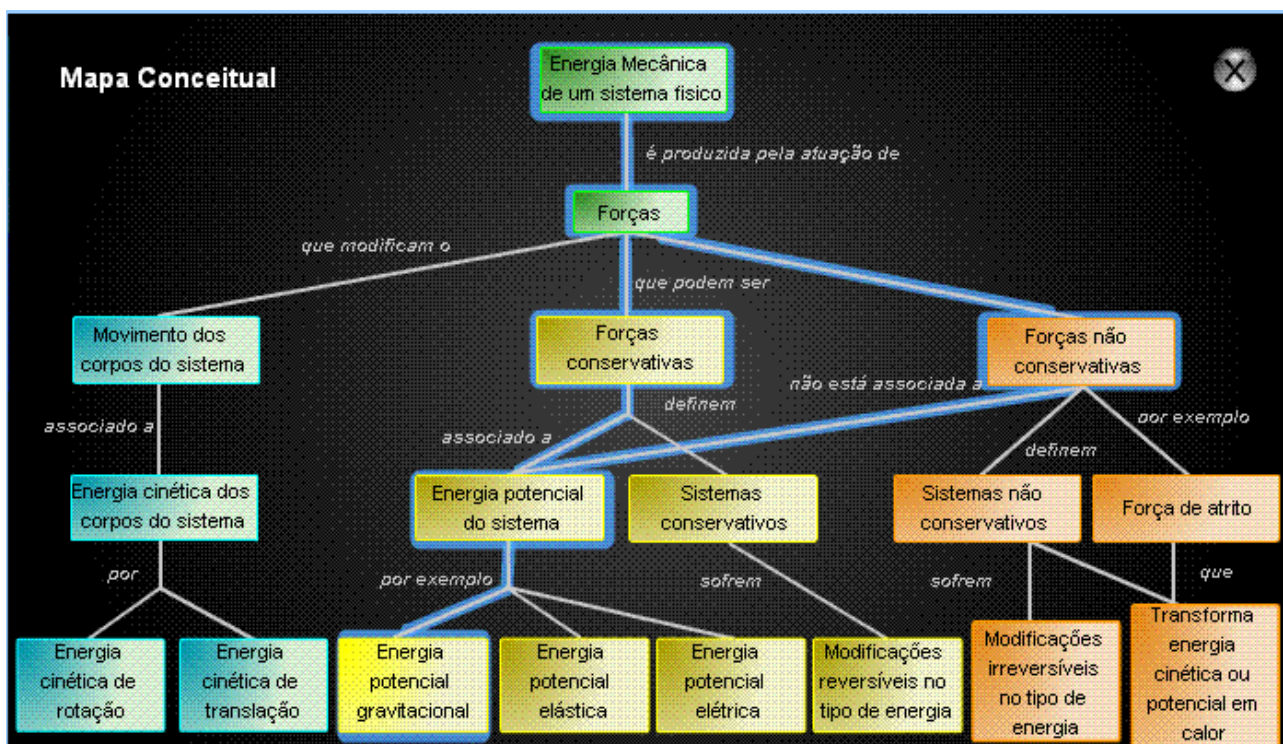


Figura 2 - Mapa conceitual integrado com a animação interativa.

Na construção de um mapa conceitual o aprendiz elucida quais os conceitos mais relevantes e quais as suas conexões em um corpo de conhecimento. Mas também será muito proveitoso para o aluno se o seu primeiro contato que ele tiver com determinado conteúdo for através de um mapa conceitual construído por um especialista. O mapa de um especialista exhibe um aprofundamento conceitual atingido apenas quando se atingiu a maturidade no entendimento desse assunto.

3. Animação interativa

Ao longo de sua história os seres humanos têm construído modelos da realidade como a maneira de possibilitar a sua interação com essa realidade. Todas as ciências constroem modelos como forma de entendimento

ou interação no campo a que se destina. Desse modo a humanidade vem construindo um cabedal de conhecimentos científicos que tem sido transmitido através dos tempos.

Existem certos conceitos científicos difíceis de serem percebidos, seja por envolver um elevado grau de abstração ou por outros motivos ainda não completamente elucidados. Por exemplo, parte dos seres humanos intui a existência de uma relação direta entre a velocidade de deslocamento de um corpo e a resultante das forças que nele atua. Esse foi um tipo de relação estabelecida por Aristóteles e que figurou como entendimento predominante até Newton, quando esse último estabeleceu o paradigma vigente para o assunto até os dias de hoje. Segundo a mecânica newtoniana existe uma relação direta entre a variação da velocidade de um corpo e a resultante

das forças que nele atua. Quando um aluno tem uma intuição aristotélica do movimento, ele enfrentará grandes dificuldades para um aprendizado da mecânica newtoniana, a me-

nos que ele seja ajuda de maneira adequada a superar essa dicotomia (Tavares e Santos, 2003).

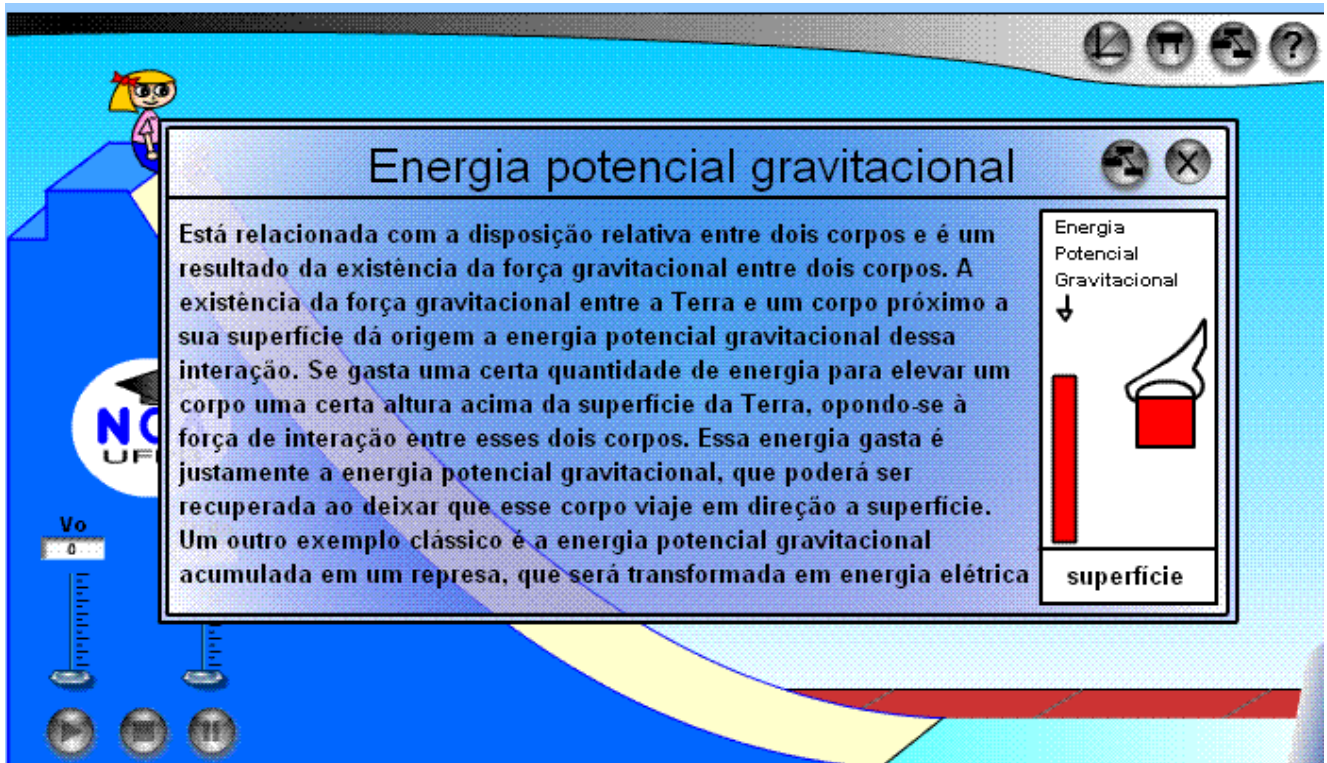


Figura 3 - Enunciado de um dos conceitos do mapa.

A animação interativa utiliza um modelo aceito cientificamente para simular um evento específico. Podemos simultaneamente fazer animações de idéias antagônicas, e analisar quais as implicações de cada uma para o resultado final da simulação de um dado evento. Pode ser discutido em quais circunstâncias a mecânica aristotélica é adequada, se for o caso.

As simulações computacionais possibilitam o entendimento de sistemas complexos para estudantes de idades, habilidades e níveis de aprendizagem variados. O computador, ao invés do estudante, assumiria a responsabilidade de solucionar as equações matemáticas pertinente ao sistema considerado no sentido a permitir que o estudante explore o sistema complexo focalizando inicialmente

o entendimento conceitual (Rieber *et al.*, 2004).

A grande vantagem desta situação é a possibilidade do aprendiz poder estabelecer o seu ritmo de aprendizagem. Ele tem o controle da flecha do tempo (podendo ir e vir indefinidamente) e tem a liberdade de escolher as condições iniciais para o evento simulado, e desse modo visualizar as diversas possibilidades de evolução (Tversky *et al.*, 2002). Desse modo cada aluno escolherá um ritmo conveniente para utilizar os recursos de uma animação, e ao agir dessa maneira ele evita uma sobrecarga em sua memória de curto prazo. Quando se apresentam informações num ritmo acima da capacidade de absorção do aprendiz, ele simplesmente irá ignorar aquilo que se configurar como sobrecarga cognitiva.

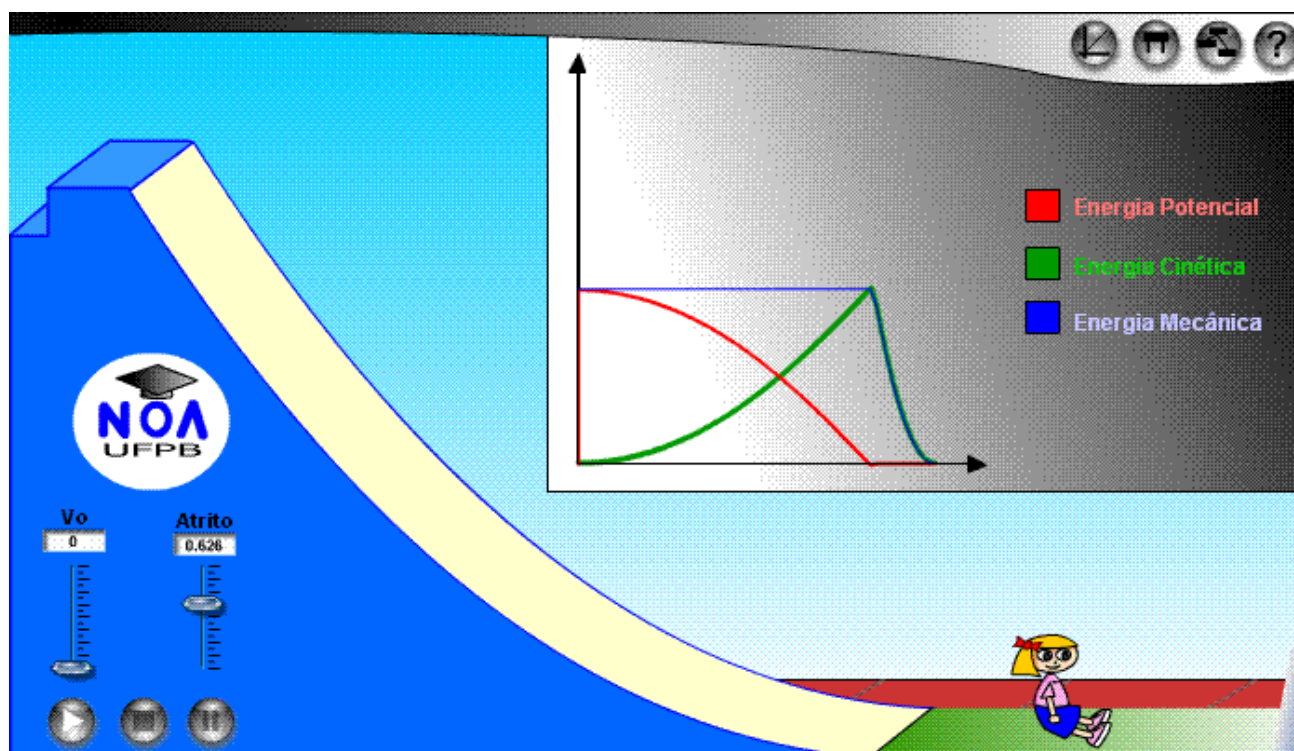


Figura 4 - Animação interativa

4. Representações múltiplas

O ser humano se comunica com o seu ambiente social através de símbolos visuais e verbais, e no entanto grande parte da transmissão de informações acontece através da codificação verbal, seja ela escrita ou oral.

A teoria da codificação dual de Allan Paivio (Mayer, 2003) estabelece que a transmissão de informações que a transmissão de informações acontece de maneira mais efetiva quando são usados os canais verbal e auditivo. Uma determinada idéia (ou conceito) pode ser percebida através de diversas nuances que definem as suas características. O canal visual pode ser mais conveniente para transmitir certas nuances enquanto o canal verbal pode ser mais adequado para transmitir outras nuances.

Quando usamos esse tipo de *representação múltipla* todas as nuances de determinada idéia (ou conceito) serão transmitidas através dos dois canais, o que potencializa a capacidade dessa transmissão por um lado e facilita a possibilidade de recuperação da informação por outro lado (Tavares, 2004,

2005). Na medida que o aprendiz recebe uma informação com várias nuances, a construção de seu conhecimento será mais rica, mais inclusiva. Ademais, como a informação é recebida de maneira associada através dos dois canais, a sua recuperação em um momento posterior é facilitada.

O *mapa conceitual* apresenta a um só momento uma informação visual estática e uma informação verbal. Os conceitos são apresentados através de uma rede hierárquica onde fica explícita a visualização da posição relativa de cada conceito dentro do elenco de conceitos que estabelece o tema que está sendo analisado e mapeado.

A *animação interativa* possibilita ao aprendiz uma simulação do evento físico, utilizando conceitos (e as respectivas equações) aceitos pela comunidade científica. Usando um aparato desse tipo é possível visualizar situações que dificilmente seriam acessíveis em laboratórios didáticos.

Como mostrado na figura 4, podemos mostrar um paralelo entre ondas mecânicas transversais e longitudinais, de modo a facilitar a comparação entre as semelhanças e dife-

renças entre esses dois fenômenos físicos. Poderíamos estudar o movimento de um corpo preso a uma mola sobre determinada uma superfície horizontal. E depois variar esse tipo de superfície de modo a poder considerar a influência da alteração do coeficiente de atrito no movimento do corpo. Ainda poderíamos estudar o lançamento de projéteis tendo em mãos a possibilidade de variar o coeficiente de atrito entre o projétil e o ar. Com a análise deste último exemplo conseguiríamos aproximar a visão aristotélica (existência de atrito) e a visão newtoniana lecionada em Física básica (reducionista e na ausência de atrito).

A informação verbal será considerada através de textos correspondentes a cada um dos conceitos do mapa, onde serão apresentadas informações mais específicas. Por outro lado estão presentes textos que mostrarão a inserção no cotidiano dos temas discutidos pelo objeto de aprendizagem.

5. Conclusões

O uso integrado de *mapa conceitual*, *animação interativa* e *texto* se configura como uma estratégia pedagógica consistente com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel; além de se apresentar como uma possibilidade instrucional que utiliza uma maneira natural as possibilidades oferecidas pelo computador e a Internet.

A estratégia pode considerar mapa, animação e texto preparados por especialistas, como foi apresentado nesse trabalho, assim como pode considerar todo esse material sendo construído através de uma atividade colaborativa (Tavares, 2004, 2005). Existem disponíveis na Internet dois aplicativos gratuitos adequados para a implementação dessa possi-

bilidade. Para a elaboração de *animações*, o *Modellus* é de fácil manuseio para iniciantes e para a construção de *mapas conceituais* existe o *CMapTools* que também é de fácil operação além de possibilitar uma interação on-line.


Os objetos de aprendizagem construídos dessa maneira podem ser usados tanto como apoio aos cursos presenciais como suporte na educação à distância.

6. Referências bibliográficas

- Ausubel, D.; Novak, J. e Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Editora Interamericana.
- Ausubel, D. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Editora Plátano.
- Mayer, R. (2001). *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Novak, J. e Gowin, D.B. (1999). *Aprender a aprender*. Lisboa: Editora Plátano.
- Rieber, L.; Tzeng, S.-. e Tribble, K. (2004). Discovery learning, representation, and explanation within a computer-based simulation. *Learning Instruction*, 114, 307.
- Tavares, R. e Santos, J.N. (2003). *Advance organizer and interactive animation*. IV Encontro Internacional sobre aprendizagem significativa, Maragogi, Brasil.
- Tavares, R. (2004). Aprendizagem Significativa *Revista Conceitos*, 55, 10.
- Tavares, R. (2005). *Animações interativas e mapas conceituais*. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Tversky, B.; Morrison, J. e Betrancourt; M. (2002). Animation: can it facilitate? *Int. J. Human-Computer Studies*, 57, 247.

Notas

(1) A versão prévia desse trabalho foi apresentada na 28ª Reunião Anual da ANPEd - Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação, realizada entre os dias 16 a 19 de outubro de 2005, em Caxambu, Minas Gerais.

 - **R. Tavares** é Bacharel em Física (UFPE), Mestre em Astronomia (Universidade de São Paulo, USP) e Doutor em Física (USP). Atualmente é Professor Associado I do Departamento de Física (UFPB) e atua na Área de Educação no PPGE/CE/UFPB onde faz pesquisas e orienta na Pós-graduação, com projetos sobre “Aprendizagem significativa e o

ensino de Ciências”; “Codificação dual, esforço cognitivo e aprendizagem multimídia”; “Mapa conceitual como estruturador do conhecimento”. Página pessoal: <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/>.