

Aprendizagem significativa em um ambiente multimídia

Romero Tavares.

Departamento de Física – UFPB. Programa de Pós-Graduação em Educação –UFPB. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática– UFRN. www.fisica.ufpb.br/~romero; romero@fisica.ufpb.br

Resumo

Os ambientes multimídia podem propiciar situações que facilitam a construção de significados na medida em que oferecem ao aprendiz ferramentas poderosas, as quais ele pode utilizar numa atividade individual ou colaborativa. O uso integrado de mapa conceitual, animação interativa, e texto conceitual oferece ao aluno um contato especial com determinado conteúdo, onde cada uma dessas possibilidades pedagógicas apresentará uma nuance peculiar desse conteúdo, própria dessa forma de comunicação. Essa representação múltipla de um conteúdo ainda permite a possibilidade de ser veiculada simultaneamente através dos canais visual e verbal em uma codificação dual, e desse modo minimizar o esforço cognitivo a que estará submetido o aluno. Apresentamos um objeto digital de aprendizagem que utiliza essa fundamentação teórica em sua concepção e construção.

Palavras chave

Aprendizagem significativa; mapa conceitual; interatividade; esforço cognitivo; codificação dual.

Abstract

Multimedia environment may create situations that make easy meaningful learning, though they offer powerful tools that learners may use in individual or collaborative work. We propose to construct an environment where the content will be showed through three different ways: concept map, interactive animation and conceptual text. While qualitative different, these multiple representations can complement one another. We are using the fact that human understanding is enhanced when learners are able to mentally integrate visual and verbal representations. We present a digital learning object that whose construction is supported by the above arguments.

Key words

Meaningful learning; concept map; interactivity; cognitive load; dual coding.

Introdução

A informática educativa trouxe consigo a possibilidade de utilização prática de idéias em situações inimagináveis

poucas décadas atrás. Trinta anos atrás o primeiro contato de estudantes de ciência, regra geral, se dava através de aulas expositivas onde o professor discorria sobre determinado tema e utilizava apenas recursos estáticos, seja o giz e quadro-negro ou retro-projetor. Se o assunto considerado exigisse uma análise da evolução temporal de parâmetros observáveis de um sistema, ou se todo o sistema evoluísse com o tempo, cada um dos alunos necessariamente deveria ter a capacidade de construir um modelo mental capaz de criar essa evolução temporal.

Quando formos estudar o movimento de uma criança num balanço, daqueles que existem em parque infantis, necessariamente deveremos considerar um movimento bidimensional no qual posição, velocidade, aceleração e forças, são grandezas vetoriais que variam com o tempo. Quando a criança estiver se movimentando, a resultante das forças que nela atua vai variar, tanto em módulo quanto em direção e sentido. Quando ela estiver na posição mais alta do movimento, a força resultante é mínima e quando alcançar a posição mais baixa, a força resultante é máxima. Se voltarmos por um instante a infância, certamente conseguiremos lembrar que quando estávamos na parte mais alta do movimento sentíamos uma sensação de insegurança, que era uma conseqüência da resultante de forças ser mínima, e quando estávamos na parte mais baixa nos sentíamos mais firmes sobre o assento do balanço, como uma conseqüência da resultante de forças ser máxima. E a percepção da mudança temporal dessas grandezas absolutamente não é uma tarefa trivial. Poucos alunos conseguem construir um modelo mental que dê conta das nuances desse sistema dinâmico.

No entanto, diante de uma animação interativa, que represente esse sistema descrito, a percepção da inter-relação das grandezas elencadas e suas variações temporais, torna-se uma atividade trivial. Passa a ser uma atividade concreta onde visualizamos, interagimos e podemos interferir no fluxo dos acontecimentos.

Desse modo, a informática educativa pode se colocar como uma ferramenta inclusiva, ao estender para um maior número de pessoas a possibilidade de conseguir visualizar e entender fenômenos naturais, entendimento que antes seria reservado apenas para aqueles estudantes com uma grande capacidade de abstração. E diante dessa possibilidade, um maior número de pessoas torna-se capaz de alcançar um letramento científico, e poder exercer plenamente a sua cidadania, com um melhor entendimento dos fenômenos relevantes da sociedade do conhecimento.

Concepções espontâneas

As características evolutivas do funcionamento mental da criança na escola elementar não exigem que restrinjamos o uso pedagógico desses anos ao ensino de habilidades intelectuais fundamentais. O seu equipamento cognitivo é certamente suficientemente adequado para adquirir uma compreensão intuitiva de muitos conceitos das disciplinas básicas. Assim, por exemplo, o argumento psicológico para ensinar ciência na escola elementar é extremamente convincente.

Em primeiro lugar, é bem sabido que as crianças pequenas adquirem espontaneamente muitas concepções animistas acerca do universo físico e bio-

lógico. Essas noções também tendem a persistir e muitas vezes competem com concepções mais amadurecidas, especialmente se não forem contrabalançadas por um treino científico precoce. Em segundo lugar, sem uma instrução precoce e satisfatória na ciência torna-se difícil para as crianças tanto assimilar interesses positivos e atitudes em relação ao empreendimento científico, como evitar serem condicionadas negativamente a assuntos científicos. Em terceiro lugar, como os alunos das escolas elementares podem facilmente adquirir uma compreensão intuitiva de muitos conceitos científicos, o fracasso em fornecer oportunidades adequadas para fazê-lo desperdiça uma prontidão disponível para tal aprendizagem. Também se desperdiça um tempo valioso na escola secundária, tempo esse que poderia ser usado para uma instrução mais avançada na ciência. Finalmente, como assinalamos anteriormente, essas idéias intuitivas constituem um fundamento para a assimilação posterior de versões mais abstratas gerais e precisas do mesmo conteúdo, aumentando dessa forma o seu significado potencial e evitando a aprendizagem memorística (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN – 1980, p 202).

As concepções espontâneas surgem como uma necessidade do ser humano dar conta de entender o mundo que o rodeia, construindo modelos que tornam possível esse entendimento, e nos torna capaz de prever acontecimentos e eventos. Como mencionado, desde cedo na infância construímos modelos da realidade, e na medida em que acontecem o amadurecimento da estrutura cognitiva e novas experiências de vida, esses modelos da realidade irão tornando-se mais sofisticados e apresentarão uma compreensão mais acurada do mundo. Existe uma corrente que indica que a evolução da ciência atra-

vés dos tempos guarda uma enorme semelhança com esse amadurecimento da estrutura cognitiva das crianças; pois durante séculos a ciência estabelecida era empirista com uma fundamentação aristotélica, até o surgimento das abstrações e reducionismos da ciência newtoniana (PIAGET e GARCIA-1989).

Aprendizagem significativa

A aprendizagem significativa envolve a aquisição de novos significados, e na concepção de Ausubel para que ela aconteça em relação a um determinado conteúdo são necessárias três condições: o material instrucional com conteúdo estruturado de maneira lógica; a existência na estrutura cognitiva do aprendiz de conhecimento organizado e relacionável com o novo conteúdo; a vontade e disposição desse aprendiz de relacionar o novo conhecimento com aquele já existente (AUSUBEL; NOVAK e HANESIAN-1980). Esses conceitos estáveis e relacionáveis já existentes são chamados de subsunçores; ou conceitos âncora ou ainda conceitos de esteio.

O processo ensino-aprendizagem conduzido de maneira usual se apóia em livros texto. Esses livros são estruturados de modo que os seus tópicos estão encaixados numa seqüência lógica, e cada tópico tem a sua coerência interna. Esse material se diz potencialmente significativo quando o aprendiz for capaz de relacioná-lo com conhecimentos existentes em sua estrutura cognitiva. Costuma-se dizer que na aprendizagem significativa se transforma o significado lógico de determinado material em significado psicológico; na medida em que o aprendiz internaliza o saber, transformando-o em um

conteúdo idiossincrático (MOREIRA – 1983). Desse modo, se consuma a aprendizagem significativa, de maneira que a nova informação será incorporada na estrutura cognitiva do aluno, usando o seu modo peculiar de fazer isso. O conhecimento anterior do estudante será alterado com essa incorporação, tornando-se mais inclusivo; e o novo conhecimento também se modificará pela maneira específica como se dará a absorção do aprendiz.

Desde muito tempo a nossa sociedade usa avaliações de enfoque memorístico. A partir do nível fundamental até o nível universitário a cultura das provas e testes está impregnada com a exigência de respostas prontas e imediatas. Nesse tipo de situação não é necessário um conhecimento que foi internalizado, passível de reflexões e conjecturas que resultem na apreensão de novos significados; mas de reflexos condicionados do tipo estímulo e resposta. Devemos considerar que para existir e sobreviver numa circunstância desse tipo é mais adequado o aprendiz decorar o conhecimento; é mais conveniente uma memorização que redunde numa aprendizagem mecânica dos conteúdos. Desse modo as pessoas se preparam para os seus exames escolares, e conseguem sucesso nas avaliações usuais as quais se submetem. Nos extremos dessas duas posturas aprendizagem significativa versus aprendizagem mecânica, temos um antigo dilema do comportamento humano que ainda permanece atual: ser ou ter (FROMM-1987). Quando o estudante se apropria do conhecimento, ele passa a fazer parte de si; podendo ser recriado e ampliado à sua maneira. Por causa de sua própria construção, esse conhecimento está imbricado na estrutura cognitiva do aprendiz; é um conhecimento bem diferenciado e estável na sua estrutura e

por isso mesmo tem-se grande facilidade de retenção. Em contraposição, a aprendizagem memorística é literal e com conexões arbitrárias na estrutura do aprendiz. Por causa de sua própria construção, esse conhecimento é volátil e rapidamente desaparece da estrutura cognitiva do aprendiz.

Em algumas situações os subsunçores do aprendiz não são suficientemente estáveis e diferenciados para ancorar adequadamente uma nova informação, um novo conceito. Nestas circunstâncias Ausubel (2003) preconiza a utilização dos organizadores prévios; que são informações (ou conceitos) que farão a mediação entre o que o aprendiz sabe e o que ele pretende aprender caso deseje fazê-lo de maneira ativa e mais rápida. Desse modo eles funcionam como pontes cognitivas, na medida em que fornecem um suporte para a incorporação e retenção estáveis de novos conceitos.

De forma a funcionar eficazmente para uma variedade de aprendizes, sendo que cada um possui uma estrutura cognitiva de algum modo idiossincrática, e a fornecer ou alterar idéias ancoradas a um nível subordinante, apresentam-se os organizadores prévios a um nível mais elevado de abstração, generalidade e inclusão do que os novos materiais a serem apreendidos. Por outro lado, os resumos e as visões gerais apresentam-se, geralmente, ao mesmo nível de abstração, generalidade e inclusão do próprio material de aprendizagem. Apenas salientam os pontos mais evidentes do material, omitindo informações menos importantes. Assim, atingem o efeito pretendido em grande parte através da repetição e da simplificação (AUSUBEL-2003).

Animação interativa como organizador prévio

Quando algo se movimenta em nosso campo de visão, a nossa atenção é despertada por esse evento e intuitivamente analisamos do que se trata esse acontecimento. Tal tipo de comportamento não existe apenas entre humanos. É interessante constatar que no domínio das percepções animais hereditárias (as pesquisas envolveram batráquios e insetos) existe uma percepção diferenciada da velocidade, e que foi possível até descobrir na rã células especializadas a esse respeito (PIAGET - 2002).

Poder-se-ia justificar o alerta e a percepção acurada de movimentos como uma necessidade de sobrevivência entre os animais, de modo a poder propiciar uma fuga de seus predadores. E se considerarmos a óptica dos predadores, existe uma necessidade de poder avaliar as possibilidades de captura de suas

possíveis presas. O ser humano ainda mantém comportamentos atávicos, herdados de uma época onde ele podia ser tanto a presa quanto o predador.

Uma animação interativa pode possibilitar a representação de conceitos abstratos através de objetos concretos, perceptíveis visualmente. Uma entidade abstrata como um vetor que simboliza a força, é representada por uma seta que se move colada no ponto de atuação desta força, modificando assim o seu módulo direção e sentido na medida em que se altera a força que ela representa.

Essas possibilidades são particularmente úteis para facilitar o entendimento das relações entre força, posição, velocidade e aceleração de um corpo. Essas relações explicitadas pelas leis de Newton se confrontam com as concepções da física medieval, que ainda hoje está presente na concepção espontânea do movimento dos corpos de inúmeros alunos. Argumenta-se que os conceitos medievais encontram acol-

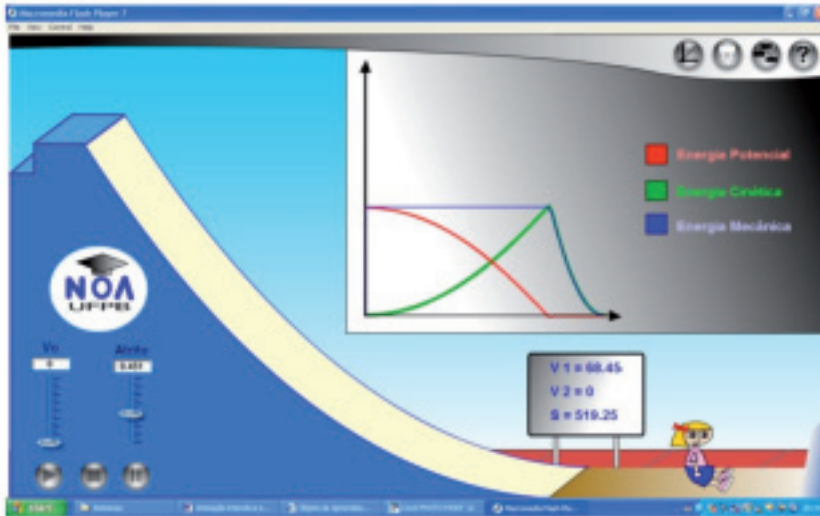


Figura 1 – Instantâneo de uma animação interativa

hida no senso comum da população por se aproximarem da experiência do cotidiano, tal como uma física empírica (ZYLBERSZTAJN-1983).

E por outro lado os conceitos newtonianos apresentam dificuldades de compreensão por usar de maneira reducionista abstrações da realidade, considerando inicialmente modelos simples da Natureza e paulatinamente incorporando outros componentes ao modelo. Enquanto profissionais da área de Ciências Exatas estamos tão impregnados com os princípios newtonianos que eles nos parecem simples e naturais. Entretanto, o simples fato de os maiores e mais poderosos espíritos da humanidade —Galileu e Descartes— tiveram de lutar para fazer desses princípios os seus próprios princípios basta para nos mostrar que essas noções claras e simples —espaço e movimento— não são tão claras e simples quanto podem parecer (KOYRÉ-1982).

Também podemos apresentar qualitativamente, conceitos próximos do cotidiano, mas que envolvem cálculos sofisticados. Na figura anterior, uma garota estava num ponto da rampa sem atrito, e alcançou um plano horizontal com atrito. Pode-se utilizar desta ocasião e descrever sistemas conservativos e sistemas não conservativos, e ainda como se dá a degradação da energia, a sua transformação irreversível de uma forma para outra de energia.

A animação interativa facilita a compreensão de modelos abstratos na medida em que torna possível a construção de sua imagem como uma realidade virtual. Por outro lado possibilita uma passagem gradual dos resultados de modelos empíricos para modelos aceitos pela comunidade científica, através da restrição dos domínios de validade que diferencia um do outro.

A forma utilizada para a apresentação da variação da força aplicada enquanto vetor, e das relações entre vetores velocidade e aceleração nos permite dizer que uma idéia apresentada com abstração, generalidade e inclusividade (tal como foi feito) está despiada de componentes idiossincráticos.

Tendo em conta o delineamento enunciado por Ausubel, podemos dizer que o objetivo do organizador prévio é facilitar o entendimento do arcabouço conceitual ao invés de detalhes específicos de determinado conteúdo. Ele delinea como o conhecimento está estruturado e desse modo atua como esteio do conteúdo detalhado que aprendiz se propõe a entender (TAVARES e SANTOS – 2003).

De forma a funcionar eficazmente para uma variedade de aprendizes, sendo que cada um possui uma estrutura cognitiva de algum modo idiossincrática, e a fornecer ou alterar idéias ancoradas a um nível subordinante, apresentam-se os organizadores prévios a um nível mais elevado de abstração, generalidade e inclusão do que os novos materiais a serem apreendidos. Por outro lado, os resumos e as visões gerais apresentam-se, geralmente, ao mesmo nível de abstração, generalidade e inclusão do próprio material de aprendizagem. Apenas salientam os pontos mais evidentes do material, omitindo informações menos importantes. Assim, atingem o efeito pretendido em grande parte através da repetição e da simplificação (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN - 1980; AUSUBEL - 2003).

Mapa conceitual e animação interativa

O mapa conceitual é um estruturador de conceitos. Os mapas conceituais fo-

ram propostas inicialmente por Novak (NOVAK e GOWIN-1999) como uma maneira de organizar hierarquicamente os conceitos e proposições que representassem a estrutura cognitiva que podiam ser apreendidas das entrevistas clínicas com crianças, que faziam parte de um projeto educacional que ele dirigia.

No entanto, avaliar e mapear a estrutura cognitiva de alguém é apenas uma das possíveis utilidades desta ferramenta pedagógica. Analisar um mapa conceitual de um especialista sobre determinado conteúdo é uma ótima maneira de se iniciar nesse assunto, na medida em que estão explicitadas as conexões relevantes entre os conceitos importantes, além de evidenciar uma visão global sobre o tema. Por outro lado, quando o iniciante está construindo o seu mapa, ele está ao mesmo tempo elucidando e explicitando o seu conhecimento. Este processo, per si, deixa-

rá claro as suas facilidades e dificuldades no entendimento dos conceitos do tema em questão. A cada momento ele terá uma radiografia de sua compreensão do assunto e poderá retornar até as fontes de informação para elucidar as dúvidas, responder as suas próprias perguntas e desse modo ir construindo o seu próprio conhecimento. Com o surgimento da Internet foi possível explorar enormemente as possibilidades de construção compartilhada de mapas conceituais (NOVAK – 2003; CAÑAS et al - 2001).

O início da construção de um mapa conceitual se dá com a escolha do conceito fundamental de determinado conteúdo, o conceito mais inclusivo. A este conceito serão conectados conceitos menos inclusivos que o primeiro, através de palavras ou expressões conectoras. Um estágio seguinte será formado com a colocação de conceitos mais específicos conectados aos ante-

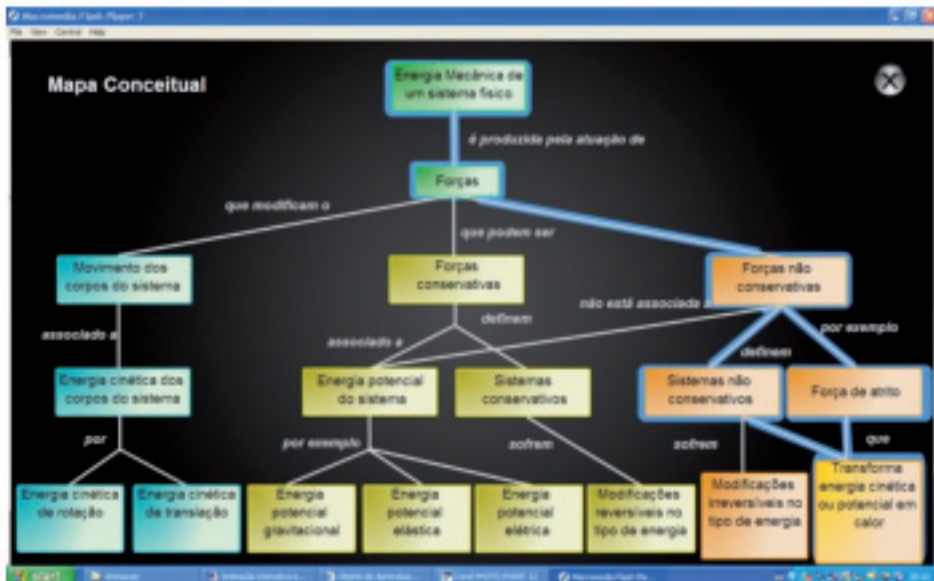


Figura 2 – Exemplo de mapa conceitual

riormente descritos. A partir do conceito inicial iremos conectando a ele conceitos menos inclusivos, construindo uma série de ramificações hierárquicas, com conceitos cada vez mais específicos. Esta estruturação se adapta adequadamente as palavras de Ausubel (1980, 2003) que indica a diferenciação progressiva como a maneira mais natural de aquisição de conhecimentos para o ser humano.

A nossa proposta consiste em oferecer ao estudante a tríade texto, mapa conceitual e animação interativa com a intenção de facilitar a aprendizagem autônoma do estudante (TAVARES-2005a). Parte do material pedagógico será composto por mapas conceituais e animações interativas elaboradas por especialistas. O aluno escolherá se o seu primeiro contato com o conteúdo de dará através da animação interativa, do mapa conceitual ou do texto escrito. O mapa conceitual pode atuar como estruturador global do conhecimento que esteja sendo estudado com determinada abrangência e a animação interativa irá examinar cada tópico (ou conceito) do conteúdo passível de ser modelado. Desse modo teremos uma estruturação transversal do conhecimento através do mapa e um aprofundamento do conteúdo propiciado pelas animações.

Num primeiro momento o estudante terá contato com um material pedagógico elaborado por especialistas, ou seja: o texto, os mapas e as animações interativas. Num segundo momento o estudante fará seus próprios mapas e animações interativas. Podem ser sugeridas a elaboração de mapas que indiquem um novo olhar sobre o tema considerado, ou ainda mapas que aprofundem a compreensão dos conceitos do mapa do especialista. E em cada alternativa pode-se indicar a ela-

boração de uma animação interativa que use a teoria científica que dá suporte aos conceitos utilizados. A construção desse conhecimento pode também dar-se de maneira compartilhada com outros estudantes contíguos geograficamente, ou através de programas de computador que possibilitem essa conexão através da Internet.

Codificação dual e esforço cognitivo

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, 2001) 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, 2005b). Na medida em 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.

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.

Conclusões

Quando elaboramos animações interativas com as características de organizadores prévias, agregamos um enorme valor a aquela ferramenta cognitiva, na facilitação da construção de significados, e possibilitando que ambientes de aprendizagem possam ser estruturados de forma a contemplar uma enorme gama de alunos, facilitando o letramento científico de população antes encaminhada para a aprendizagem memorística.

Um ambiente de aprendizagem construído segundo a nossa proposta, explicitada ao longo desse trabalho; utiliza os princípios da codificação dual, visto que minimiza a carga cognitiva do aprendiz ao facilitar a codificação dual das informações oferecidas.

Por outro lado as animações interativas potencializam a eficácia da utilização dos mapas conceituais como estruturador do conhecimento, ao se inserir como um componente lúdico do processo de aprendizagem e se agregar como uma ferramenta adequada para o aprofundamento conceitual dos itens de um mapa.

Professores podem encorajar a aprendizagem significativa usando tarefas que irão engajar o estudante na busca de conexões entre o seu conhecimento prévio e o novo conhecimento, usando estratégias de avaliação que premiam a aprendizagem significativa. Não é possível ao estudante alcançar altos níveis de aprendizagem significativa até que uma estrutura de conhecimentos relevantes seja construída. Neste estágio a aprendizagem passa a ser um processo interativo ao longo do tempo até se atingir a proficiência na área deste conhecimento (Novak - 2003).

Por outro lado, quando falamos sobre educação a distância estamos nos referindo a uma tipo de distância que é mais que uma separação geográfica, também chamada de distância transacional (Moore - 1991). É uma distância relacionada ao entendimento e percepção, causada em parte pela distância geográfica entre os protagonistas de um evento educativo. Essa distância pode ser superada por professores, estudantes e organizações educacionais que deliberadamente planejam a ocorrência da aprendizagem. A transação (ou evento) que chamamos de

educação a distância acontece entre indivíduos, que são professores e alunos, num ambiente que tem características especiais de separação (espacial e temporal) entre uns e outros, e consequentemente um conjunto especial de comportamentos ao ensinar e aprender. É a separação física que conduz a uma lacuna psicológica e de comunicação, e que gera um espaço potencial de incompreensões na interação entre professor e aluno - essa é a distância transacional.

E nesse sentido, um evento educacional que inclua as animações interativas e os mapas conceituais, se caracteriza potencialmente como aquele com um pequena distância transacional entre os seus participantes.

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, 2005a).

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

Desse modo concluímos que 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 e facilitador da aprendizagem significativa; além de se apresentar como uma possibilidade instrucional que utiliza de uma maneira natural as possibilidades oferecidas pelo computador e a Internet.

Referências bibliográficas

AUSUBEL, David P. (2003): *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva* Editora Plátano – Lisboa.

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D. e HANESIAN, H. (1980): *Psicologia Educacional* Editora Interamericana – Rio de Janeiro.

CAÑAS, Alberto J.; FORD, K. M.; NOVAK, Joseph D.; HAYES, P.; REICHERZER, T. R.; FROMM, Erich (1987): *Ter ou Ser?* Editora Guanabara – Rio de Janeiro.

KOYRÉ, Alexandre (1982): *Estudos de História do Pensamento Científico* Editora Universidade de Brasília – Brasília.

MAYER, Richard (2001): *Multimedia Learning* Cambridge University Press.

MOORE, M. G. (1991): *Distance Education Theory* The American Journal of Distance Education, vol5, N3

MOREIRA, Marco A (1983): *Uma abordagem cognitivista ao Ensino de Física* Editora da Universidade – UFRGS – Porto Alegre.

NOVAK, Joseph D. e GOWIN, D. (1999): *Aprender a aprender* Plátano – Lisboa

NOVAK, Joseph D. (2003): *The Promise of New Ideas and New Technology for Improving Teaching and Learning* Cell Biology Education Vol2, p122

PIAGET, Jean (2002): *Epistemologia Genética* Martins Fontes - São Paulo.

PIAGET, Jean and GARCIA, Rolando (1989): *Psychogenesis and the history of science* Columbia University Press – New York

TAVARES, Romero e SANTOS, José N. (2003): *Animação interativa como organizador prévio* IV Encontro Internacional sobre aprendizagem significativa - Maragogi.

TAVARES, Romero (2005a): *Animações interativas e mapas conceituais* XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física - Rio de Janeiro

— (2005b): *Aprendizagem significativa e o ensino de ciências* XXVIII Reunião Anual da ANPEd - Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação - Caxambu.

ZYLBERSZTAIN, Arden (1983): *Concepções espontâneas em Física: Exemplos em Dinâmica e implicações para o Ensino* Revista Brasileira de Ensino de Física v5, n2, 3-16.