

Modelagem Computacional: Uma Aproximação entre Artefatos Cognitivos e Experimentos Virtuais em Física

Gil Luna Rodrigues¹

Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba – CCNMT- Coordenação de Física – João Pessoa – PB – Brasil
E-mail: gil@fisica.ufpb.br

Romero Tavares

Departamento de Física– CCEN
Universidade Federal da Paraíba
João Pessoa, PB – Brasil
www.fisica.ufpb.br/~romero

Resumo: Este trabalho propõe estruturar e analisar uma metodologia, associando o paradigma teórico a aprendizagem significativa de David Ausubel, e o uso do computador como ferramenta de modelação, para mediar a construção do conhecimento na disciplina Física. Condicionando um processo que envolve a aprendizagem e seus agentes formadores. Seguindo a tendência da teoria de ausubeliana, foi dada a relevância pertinente para uma seqüência das ações: mapeamento do entendimento prévio (subsunçores) do aprendiz no eixo temático a ser desenvolvido; apropriação do conteúdo ideacional mediada com a apresentação das Animações Interativas; avaliação processual da aprendizagem; construção do conhecimento de forma compartilhada, priorizando os princípios básicos da conexão, da heterogeneidade e da pluralidade, implementados com o uso e a construção dos objetos de aprendizagem, permeadas pelos signos da multimídia interativa numa aproximação entre artefatos cognitivos e experimentos virtuais. Enfim, trata-se de um processo dinâmico de aprendizagem, apontando para o fato de que os conceitos não são alvos estáticos na aprendizagem, mas uma teia que evolui na estrutura cognitiva do aprendiz.

Palavras-chave: processo cognitivo, aprendizagem significativa, modelagem computacional, conceitos da física

1. Introdução

No atual estágio do desenvolvimento humano, o processo de ensino-aprendizagem e sua análise associada aos processos cognitivos, tem ocupado um pico nas matrizes históricas e mentais. Tendo em vista o súbito- embora questionável- processo de globalização, é notório o evidente acesso ao ascendente desenvolvimento das tecnologias da informação e comunicação. Portanto, tentaremos dentro desta teia fabulosa de possibilidades, detectar alguns vínculos que nos possibilitem sua implementação na nossa realidade espaço-temporal e em contextos referente às novas metodologias educacionais. Não como forma de modelar as nossas estruturas atuais, mas como meio de tirar da inércia o processo de ensino-aprendizagem no geral e em particular na disciplina Física; em perspectivas que devam atrelar-se a ações concretas e propostas alternativas, que possam ser implementadas em sala de aula.

De modo a utilizar o computador como artefato cognitivo ao estilo de Norman (1991), e como ferramenta para auxiliar na construção do conhecimento de acordo com os trabalhos de De Corte et al. (1998). A nossa proposta é desenvolver uma metodologia inovadora para mediar a construção do conhecimento em um curso de Física; de modo a condicionar não apenas o *fazer para*., mas o *fazer com*, em um processo que envolve a aprendizagem e seus agentes formadores: aprendiz, professor, conhecimento, pensamento crítico e criativo, ação instrumental, “englobando interações cooperativas e colaborativas, engajamento e diálogo” (FIORENTINI et al., 2003, p. 42), além de priorizarmos os princípios básicos da conexão, da heterogeneidade e da pluralidade (PARENTE, 1999, p. 98); ausência de uma idéia prescrita ou modelo normativo linear, implementados com o uso e a construção dos objetos de aprendizagem, seguindo o estilo de Novak; Gowin, 1999), assumindo fundamentalmente a idéia de que o indivíduo é agente ativo da construção de seu próprio conhecimento. Isto é, ele constrói significados e

¹ Autor a quem toda correspondência deverá ser endereçada.

define o seu próprio sentido e representação da realidade, de acordo com suas experiências vivenciais em diferentes contextos. Portanto um dos nossos objetivos é dotar o aprendiz de estratégias mentais que lhe possibilite compreender não só qual é o objeto de conhecimento, mas como construí-lo. Nesta direção, norteados pelos pensamentos de Vygotsky (1989), apresentamos alguns enfoques teóricos que permeiam um ambiente construtivista de aprendizagem: oferecer múltiplas representações dos fenômenos estudados, possibilitando que os participantes avaliem soluções alternativas e testem suas decisões; envolver a aprendizagem em contextos realistas e relevantes, isto é, mais autênticos em relação às tarefas da aprendizagem, lembrando que *“as leis da física não transparecem em nossas observações diretas da natureza. Elas estão frustantemente ocultas, sutilmente codificadas nos fenômenos que estudamos”* (FEYNMAN, 1999, p. 14);

Envolver a aprendizagem em experiências sociais que reflitam a colaboração entre *professor-aluno e aluno-professor*; permitir que o aprendiz forme seu campo conceitual à luz da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa (AUSUBEL, 1980).

Assim estaremos diante de uma ferramenta pedagógica autêntica, atraente e reflexiva, onde se unem: construção de forma compartilhada, flexibilidade, ação, desenvolvimento cognitivo e interatividade, gerando competências e habilidades, que nos levem ao descobrimento dos significados e do entendimento da realidade através da Física.

2. Referencial teórico

2.1 Aprendizagem significativa – uma teoria cognitiva para fundamentação do processo de ensino-aprendizagem

Como forma de contemplar o nosso trabalho com os atributos necessários a uma metodologia fundamentada em uma teoria de aprendizagem, optamos por trilhar as veredas do construtivismo; e como suporte teórico metodológico, optamos pelo paradigma *A Aprendizagem Significativa de David Ausubel*, que tem como idéia central, os processos pelos quais se formam os novos conceitos na estrutura cognitiva do aprendiz, “operações mentais e funções cognitivas, que podem ser entendidas como um conjunto de ações internalizadas, organizadas e coordenadas, no que se refere às informações que recebemos de fontes internas e externas” (DEPRESBITERIS et al., 2004, p.67). Para Ausubel, a aprendizagem está condicionada ao nível de desenvolvimento de cada aprendiz e da sua conexão ou vinculação, do que o

mesmo já sabe com os novos conhecimentos. Fica clara, uma atividade que envolve não dois, mas três elementos: o que o aprendiz já sabe, os novos conhecimentos a internalizar, e em um plano menos evidente, um elemento mediador, que seja facilitador da aprendizagem ausubeliana. Portanto, a intervenção educativa nesta perspectiva, requer ações inovadoras compatíveis com esta nova ótica. De forma elucidativa, levantamos alguns aspectos relevantes à aprendizagem significativa:

“Aprendizagem Significativa: aquisição de novos significativos, isto é, processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo” (AUSUBEL, 1978, p. 522).

“O fator isolado mais importante que influência a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos” (AUSUBEL, 1978, p.1).

“Informações podem interagir, contribuindo para a transformação do conhecimento em novos conhecimentos, de forma dinâmica, não aleatória, mas relacionada entre a nova informação e os aspectos relevantes da estrutura cognitiva do indivíduo” (TAVARES; LUNA, 2003).

“A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos (subsúncoros) relevantes pré-existentes na estrutura cognitiva de quem aprende” (MOREIRA, 2002).

“A aprendizagem significativa ocorre com modificações relevantes nos atributos da estrutura cognitiva do aprendiz, pela mediação pedagógica através de objetos de aprendizagem (interatividade, interação, abrangência, modificação: novo (a) + existente (A) = a A’ (Novo modificado + existente modificado)” (MOREIRA, 2002).

“A falta de mediação da cultura reduz a capacidade de alargar o campo experiencial da pessoa para além do imediato, mantendo-a no episódico e impedindo-a de aprender a aprender.” Feurstein citado por Depresbiteris et al., 2004, p.62.

Em resumo, o nosso interesse é por um processo de ensino-aprendizagem com uma participação ativa do sujeito (aprendiz) em uma atividade auto-estruturante (soma de sua competência cognitiva e seus conhecimentos prévios), o que condiciona a sua reelaboração pessoal, que é o eixo central da teoria ausubeliana. E vemos na modelagem computacional um duplo viés: por um lado, um processo em que o

aprendiz elabora internamente o conhecimento, na medida que constrói as suas próprias animações interativas (necessidade de se expressar coerentemente entre o conhecimento científico e quadros da sua estrutura cognitiva, de modo a representar a realidade). Por outro lado, caso ele use uma animação interativa pronta, poderá executar indefinidamente em quanto deseja, até sentir-se confortável diante das novas informações, podendo apropriar-se delas transformando-as em um conhecimento.

2.2. Considerações estratégicas sobre a construção e o uso das animações interativas

Sem dúvida a eficácia técnica, tem conquistado um espaço relevante entre os imperativos do contexto educacional, a difusão e o uso de microcomputadores. E o desenvolvimento da sua capacidade de funcionamento em rede associada à Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), tem contribuído com suas potencialidades para modificações relevantes e a favor da ciência, da tecnologia e da educação no mundo atual. É desta forma que vemos neste espaço aberto, uma vez ocupado com o uso de ferramentas computacionais adequadas, uma maneira de tornar o espaço virtual uma fonte e suporte para avanços e ganhos positivos no processo de ensino-aprendizagem. E ao buscarmos meios efetivos de adequar e otimizar o ensino de Física, uma oportunidade ímpar aparece, como forma de contemplar o largo esteio da aprendizagem significativa, permeá-lo por artefatos cognitivos, por modelagem computacional e experimentos virtuais, e implementar a construção e o uso das animações interativas digitais. No sentido de proporcionar maior clareza sobre as animações interativas, levantamos a seguir algumas de suas características que para nós mereceram destaque:

Tabela 1. Aspectos internos das animações

Características próprias de comunicação e expressão podendo incorporá-las num processo educativo formativo.
Sistemática de estudo, produção, avaliação e reformulação do ensino-aprendizagem (postura crítica, construção, profundidade, ação-reflexão, amplitude).
Favorece a intencionalidade educativa e é potencializadora da aprendizagem significativa

(processo metacognitivo, ressignificação, apropriação, ré-construção).
Representação de imagens de ações (mundo ideacional), ou de ações (mundo real) sob forma de operações de conceitos presentes na Física (quadros, animações, formas individuais e coletivas, descrições, gráficos, representações).
Triangulação (aprendiz-informação-conhecimento).
Diversidade de aplicativos: Animações com “Modellus”, Animações com Flash.

Tabela 2-Aspectos externos das animações

Mediação Semiótica dos fenômenos estudados, possibilitando a interatividade onde o aprendiz avalie soluções alternativas e teste suas decisões e suas concepções, imagens e valores acerca do conhecimento.
Heterogeneidade, propiciando múltiplas representações: atos comunicacionais, imagens fixas ou de movimento, pluralidade de mídias.
Alterna a flecha do tempo, superando a tradição expositiva-descritiva-linear.
Possibilidade de deslocamentos de construção e de significados diferentes, liberdade do sujeito na dinâmica da elaboração.
Permite que o aprendiz externalize seus próprios conhecimentos, e desta forma represente seus traços de consciência, interpretações pessoais e sua forma de ver o mundo.

2.3 Modellus: uma interface amigável

Como suporte de informática para a construção de nossas animações interativas, optamos pela ferramenta computacional software *Modellus*, e para desenvolvimento de nossas aulas interativas, os alunos utilizaram o Laboratório de Informática (LI-3) do Centro de Informática do Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba. Como justificativa da escolha do *Modellus*, levantamos algumas características relevantes inerentes ao uso do mesmo:

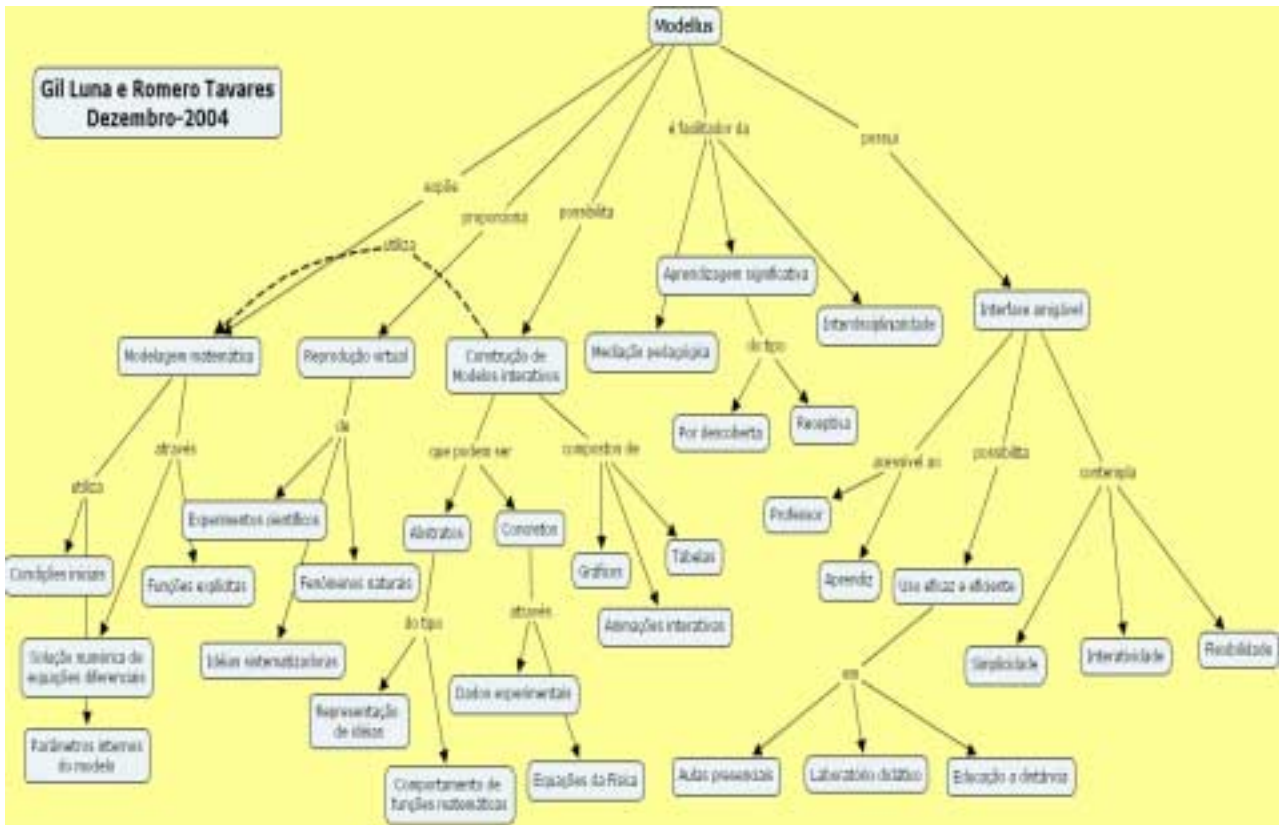


Figura 1. Mapa Conceitual: Potencialidades do Modellus como ferramenta pedagógica

Uma boa parte do trabalho científico pode ser considerada como fazendo partes de ciclos de modelação, como cita o relatório do American Association for the Advancement of Science (1993).

Interface amigável- ferramenta facilmente acessível a alunos e professores como cita Teodoro V.D. (2002).

Construção de modelos interativos (NICKERSON, 1995).

Construção de objetos concretos (podem ser manipulados diretamente no computador)- abstratos (representações de idéias ou relações) (HEBENSTREIT, 1987).

Possibilidade de aprendizagem em contextos interdisciplinares e conexões entre as diversas ciências como cita o relatório do National Council of Teachers of Mathematics, (2000).

Facilidade para o ensino dirigido com integralização dos alunos com maiores dificuldades de aprendizagem (COLLINS, 1991).

Da primazia da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa; isto é, uma interação entre as novas informações e as informações contidas na estrutura cognitiva do aprendiz (TAVARES; LUNA, 2003).

Facilitador da familiarização entre aprendiz e representação, criando uma intimidade fundamental para a reificação, dos objetos formais imprescindíveis no desenvolvimento do pensamento científico (ROITMAN, 1998).

Possibilidade de construções de modelos a partir de equações gerais da Física, ou da análise de dados experimentais e comparação com a situação experimental (razoabilidade do modelo), (TEODORO, 2002).

Abordagem de forma integrada dos fenômenos naturais e sua reprodução de forma virtual.

Assim fica claro, o forte potencial do software Modellus a favor do ensino – aprendizagem

3. Contexto e Metodologia

3.1 Bases metodológicas:

3.1.1 Construtivista: conexão: eixo temático - aprendiz - professor - animações interativas - aprendizagem significativa

3.1.2 Mediação pedagógica



Figura 2. Mapa Conceitual: Mediação Pedagógica.

3.2 Abordagem teórica:

De um modo geral, utilizamos como recurso para uma abordagem teórica, os organizadores prévios (sistemática que consiste na elaboração de material instrucional potencialmente significativo que oferece diferentes abordagens, representações e focos para melhor realizar a intencionalidade educativa e potencializar a aprendizagem). (SANTOS; TAVARES, 2003, GÓMES et al., 1993) centrados inicialmente nas animações interativas, ao modo de reproduzir sobre a forma de quadros virtuais animados, situações (fatos, eventos) do nosso cotidiano, propiciando ao aprendiz, possibilidades de deslocamentos, construção de significados diferentes numa articulação entre o que está fixado e à liberdade do sujeito num contínuo movimento de determinação, cristalização e ressignificação. Seguindo dos mapas conceituais ao estilo de Novak (1999), útil para que o aprendiz se conscientize de seus conhecimentos sobre o tema, estruture seus conhecimentos, perceba a importância de novos temas procedentes da elaboração do mapa, de modo a conduzir a aprendizagem em uma trajetória ausubeliana. Associados a uma proposta atual denominada *Just-in-Time-Teaching*, que consistem em mesclar aulas presenciais com recursos da Web.

3.3 Abordagem experimental

O projeto foi desenvolvido em uma turma de Física Aplicada do curso de Tecnólogo em Telecomunicações do CEFET-PB-Período-2004.2, participando da experiência 25 alunos (aprendizes) e dois instrutores (professores) realizado no laboratório de informática (LI- 3) desta instituição, na forma de aulas presenciais assistidas pelo computador, conforme a descrição a seguir: Previamente desenvolvemos uma familiarização do aprendiz com o software Modellus, através de uma descrição sumária do seu potencial (01 h). Em seguida foi desenvolvida a amostragem do eixo temático a ser trabalhado (Mapa Conceitual: Oscilações, 2004. Hipertexto: Oscilações, 2004) (02h), condicionando ao aprendiz a apropriação parcial do conteúdo a ser desenvolvido. Seguindo o objetivo operacional do curso, partimos para a construção do conhecimento (consecução e aplicação dos conceitos da física em situações que requerem conhecimentos científicos), com a construção das animações interativas pelo aprendiz, em um processo mediado pelo instrutor (08h). Dando continuidade, como forma de maior eficácia, envolvemos os alunos em situações problemas inerentes a Física aplicada, onde os mesmos desenvolveram as suas soluções a partir de suas competências e habilidades, utilizando como ferramenta pedagógica os objetos de aprendizagem computacionais (02h)

4.Utilizando o Modellus

4.1 Uma tarefa árdua com o lápis e o papel; animação interativa uma solução amigável

A combinação de movimentos harmônicos simples pode-se compor em movimentos mais complicados que originam figuras bidimensionais interessantes, chamadas “figuras de Lissajous” (HALLIDAY, 2000).As equações (1) e (2), estabelecerão as relações, respectivamente:

$X = A \sin(2\pi f_1 t)$ e $Y = A \sin(2\pi f_2 t + \delta)$, considerando que a partícula se move no plano xy,

estabeleça as condições iniciais construa o gráfico da trajetória da partícula nos casos:

- 1- $f_1=f_2$; $\delta = \pi$ rad
- 2- $f_1=f_2$; $\delta = \pi/4$ rad
- 3- $f_2/f_1 = 3/2$; $\delta = 3\pi/4$ rad
- 4- $f_2/f_1 = 6/5$; $\delta = 3\pi/4$ rad

Inicialmente, construímos e interpretamos o modelo matemático (input) : emprego das funções cognitivas para coletar a informação disponível, com a finalidade de resolver o problema; percepção clara e precisa; comportamento sistemático exploratório; uso coerente dos conceitos e equações da física; coleta de dados com precisão e exatidão.

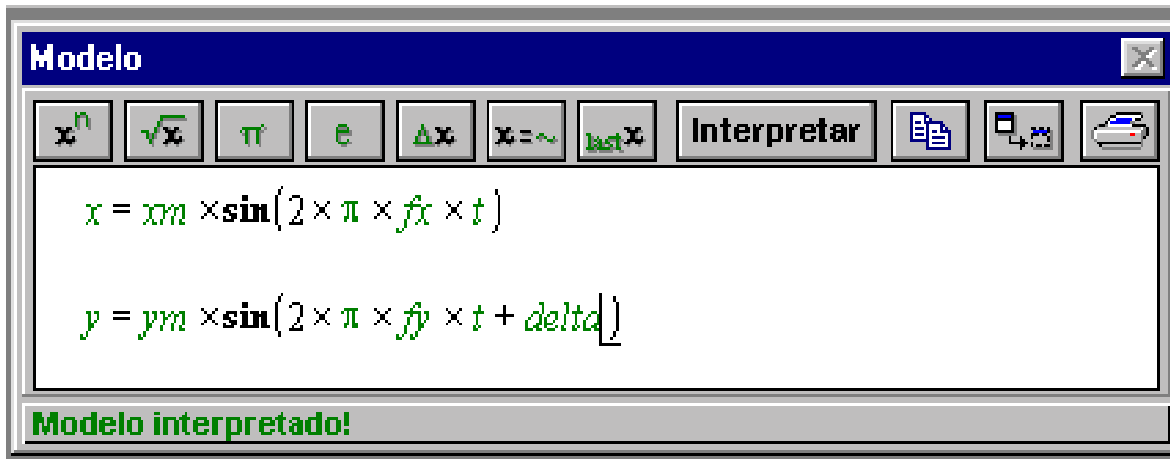


Figura 3- Janela de Modelo do Software Modellus

Em seguida, passamos à fase de elaboração do problema, escolha das condições iniciais e construção das animações (processamento da informação): possibilidades de distinguir dados relevantes e irrelevantes; percepção global, não episódica da realidade; exercício do pensamento hipotético inferencial; facilidade para estabelecer relações virtuais; estratégia para verificar hipóteses; elaboração de artefatos cognitivos. Finalmente, acionamos a janela de controle e obtemos de forma

(virtual e animada) a solução do problema (output): contextualização da resposta adequada ao problema; comunicação descentralizada, não-egocêntrica; projeção de relações virtuais; construção de novos conceitos por diferenciação progressiva e/ou reconciliação integrativa; eficácia no transporte virtual. Ressalte-se que, fica disponibilizado ao aprendiz o design da animação, assim como a liberdade de ir e vir nas etapas de resolução do problema (princípio da conexão).

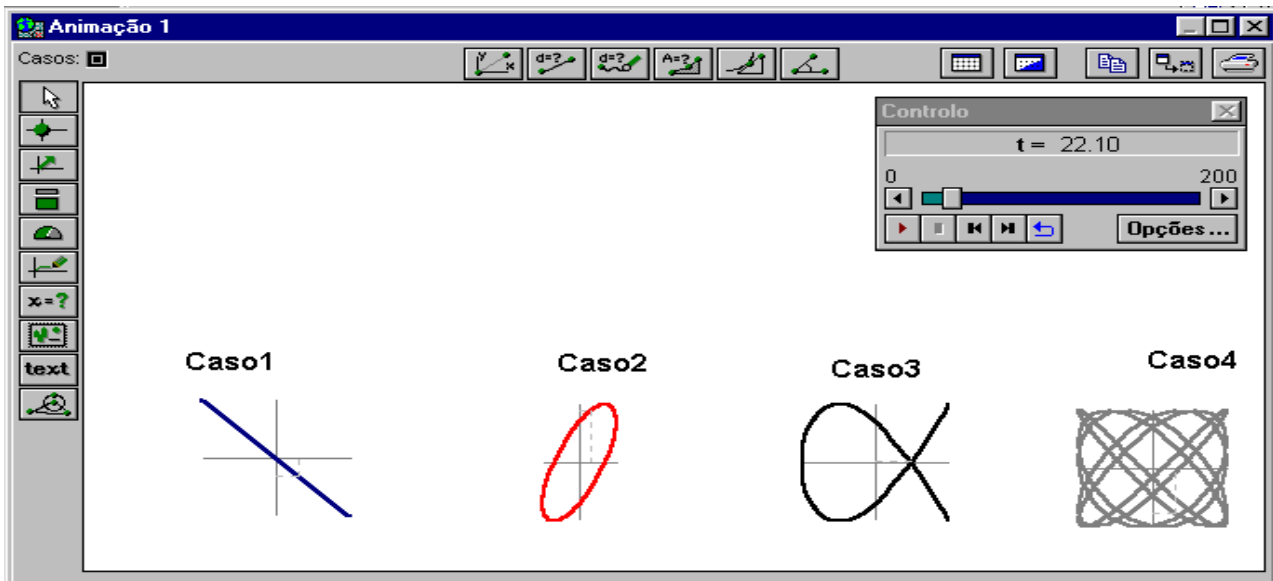


Figura 4. Janela de Animação do software Modellus

4.2 Animação Interativa – do real ao virtual, uma facilitadora dos artefactos cognitivos

Um corpo assemelhável a um ponto material, após ter sido deslocado de sua posição de equilíbrio, passa a se mover deslizando ao longo de uma superfície semi-esférica “ABC”, (no plano XY) de uma “taça” de raio “R”, onde os atritos foram desprezados. As oito setas numeradas na Figura 5, representam as direções a serem tomadas como referência para responder as questões I,II e III.

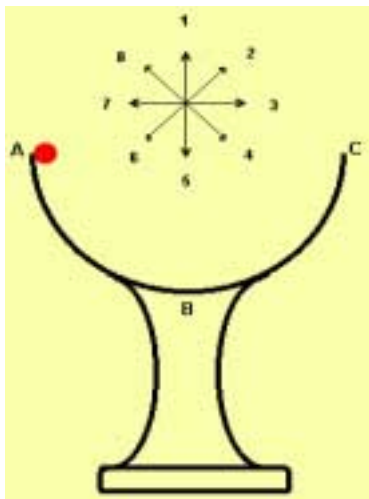


Figura 5. Instantâneo da A.1

I-A direção da aceleração do bloco, quando estiver na posição A, é melhor representada por qual das setas no diagrama?

- (a) 1; (b) 2; (c) 4; (d) 5; (e) 6; (f) Não sei responder

II- A direção da aceleração do bloco, quando estiver na posição B, é melhor representada por qual das seguintes setas no diagrama?

- (a) 1; (b) 3; (c) 5; (d) 7; (e) Nenhuma das setas, pois a aceleração é nula. (f) Não sei responder

III- A direção da aceleração do bloco, quando estiver na posição C, é melhor representada por qual das setas no diagrama?

- (a) 1; (b) 2; (c) 4; (d) 5; (e) 6; (f) Não sei responder

IV- Esboce os gráficos $\theta = f(t)$; $\omega = f(t)$.

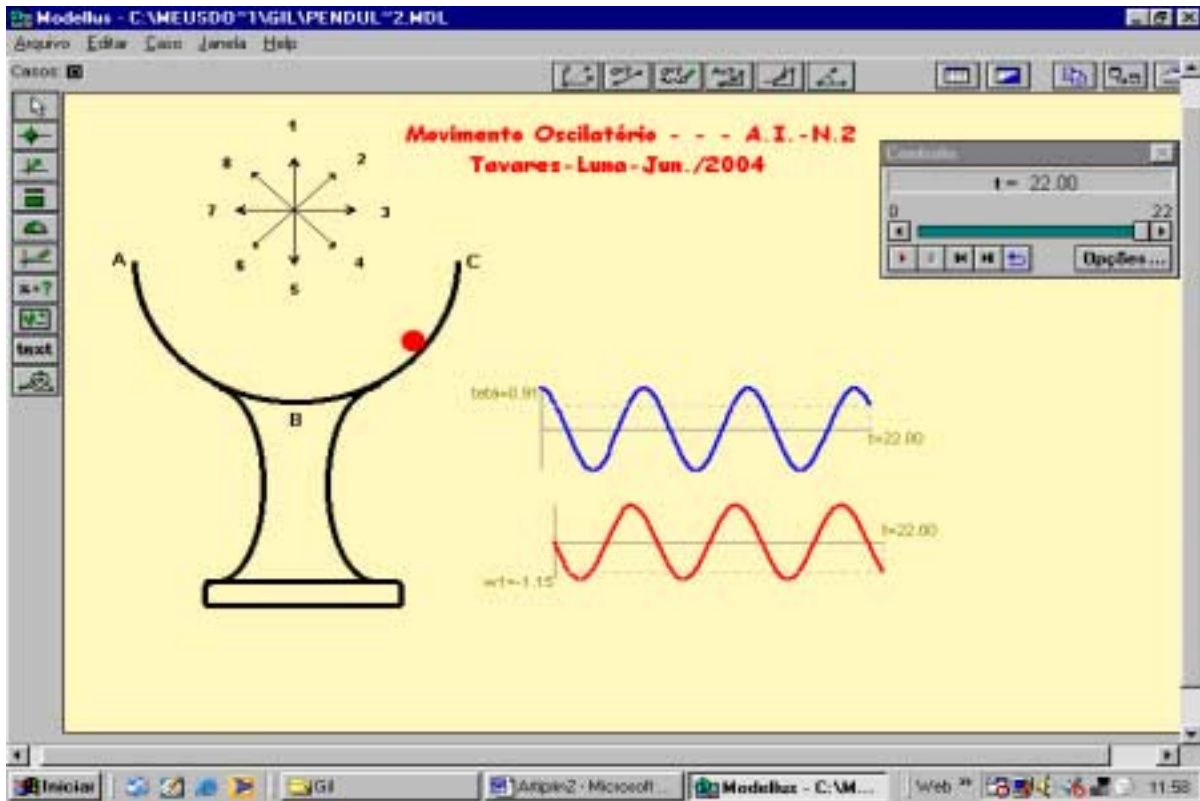


Figura 6. Janela de Animação do Modellus

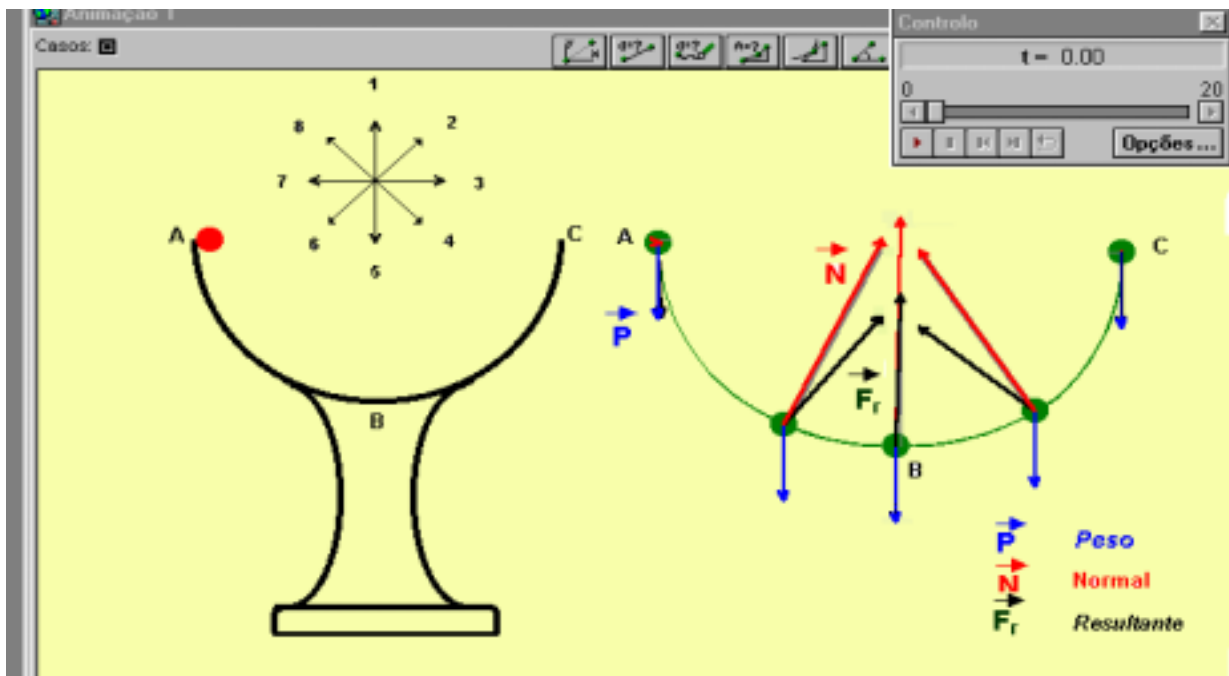


Figura 7. Janela de Animação do Modellus

Conforme o exposto, fica clara a relevância da temática e sua contextualização, como forma de ferramenta cognitiva na consecução dos conceitos da física. Pois é através da incorporação dos conceitos e

de suas conexões na estrutura cognitiva de cada indivíduo, que durante a nossa vida, as nossas representações vão se tornando mais e mais complexas numa função psíquica “onde se sucede

primeiramente a percepção, seguida da fixação na memória e, posteriormente a elaboração das impressões registrada pela consciência que vão se transformar nos atributos que comporão a nossa concepção de mundo e sobre o mundo, o que resumidamente poderemos chamar de ideação humana.

5. Considerações finais

Ao traçarmos nossas considerações sobre a implementação desta nova metodologia, alguns aspectos merecem uma análise mais pormenorizada. Dada a inovação metodológica, optamos por um procedimento didático que se ajustasse às etapas do acompanhamento (diagnóstico, controle formativo e processual) da aprendizagem significativa. Apontando nesta direção, o nosso intuito é uma análise dos pontos do processo que tem como fundamento, o aprender fazendo em conjunto com os objetos de aprendizagem. Para isto efetivamos um processo avaliativo dividido em partes. Inicialmente, elaboramos um Banco de Dados com questões conceituais referentes ao eixo temático construídas, como cita Depresbiteris (2001), de modo a ser factível não só verificar a correção das respostas, mas também proporcionar informações funcionais sobre os processos utilizados pelo educando. A seguir, submetemos o mesmo, ao exame por seis especialistas no conteúdo: dois doutores em Física do departamento de Física da UFPB, uma doutora em Matemática do departamento de matemática da UFPB e integrante do Programa de Pós Graduação em Educação (PPGE-PB), sendo os demais professores, atuantes no Ensino Tecnológico do CEFET-PB, na disciplina Física Aplicada. Os quais foram responsáveis pela sua validação (SILVEIRA et al., 1993), e as sugestões de mudanças necessárias. Após acatarmos as orientações sugeridas, foi possível a confecção dos instrumentos de avaliação em coerência com os “objetivos preestabelecidos (área motora, área afetiva e área cognitiva) e conseqüentemente os a serem avaliados” (BORDENAVE; PEREIRA, 1998) e a sua operacionalização: Em um primeiro momento foi feita a aplicação e posteriormente á análise de um pré-teste, para mapeamento dos subsunçores (conjunto de conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do aprendiz que, servirão de idéia âncora para os novos conhecimentos a serem assimilados; pré - suposto básico da teoria ausubeliana).

A seguir, disponibilizamos as animações para uma análise mais pormenorizada da situação – problema.

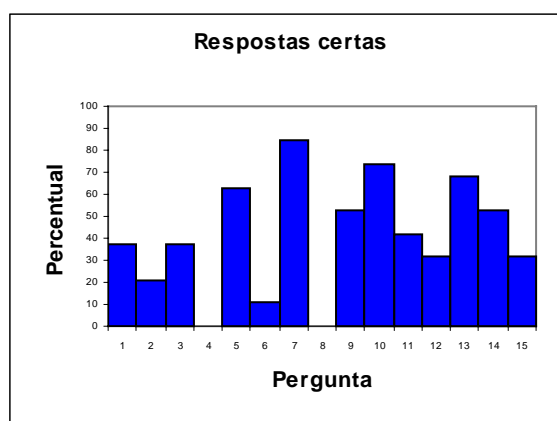


Figura 11. Percentual de acertos referente ao pré-teste.

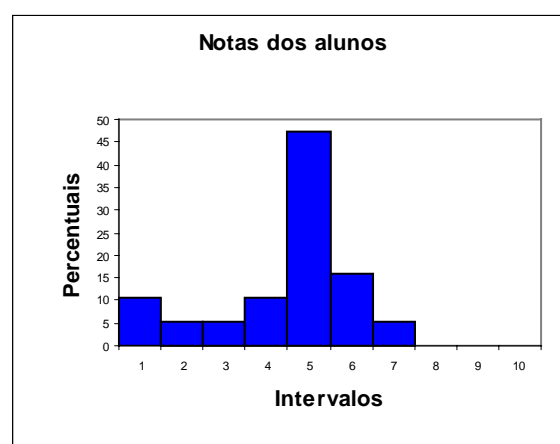


Figura 12. Percentual das notas obtidas no pré-teste

Ressalte-se o caráter parcial destes resultados, que não são o diagnóstico do processo, “embora exista uma generalizada quanto confusa, tendência de considerá-los como uma medida da aprendizagem” e a partir destes dados, em uma análise puramente quantitativa, classificar os aprendizes com parâmetros restritivos, privando-os do seu pensamento próprio e de sua autonomia, “levando ao aumento da passividade, perda do espírito crítico e da capacidade de raciocínio”(BABIN; KOULOUMDJIAN, 1989) e exigindo apenas a memorização estática de dados que permanecerão inertes em sua estrutura cognitiva por um tempo limitado, e que em seguida .serão apagados. Esclarecemos que estes dados, devem ser tratados sob a forma de colher informações imprescindíveis para etapa seguinte, que consiste na preparação e exposição de um material potencialmente significativo, com o intuito de fornecer os subsunçores necessários ao aprendiz (premissa fundamental à aprendizagem significativa). Efetivada esta parte, partimos para

construção conjunta do conhecimento (processo já descrito na nossa metodologia), seguida da aplicação e análise de um pós-teste (dados auxiliares para o mapeamento da aprendizagem):

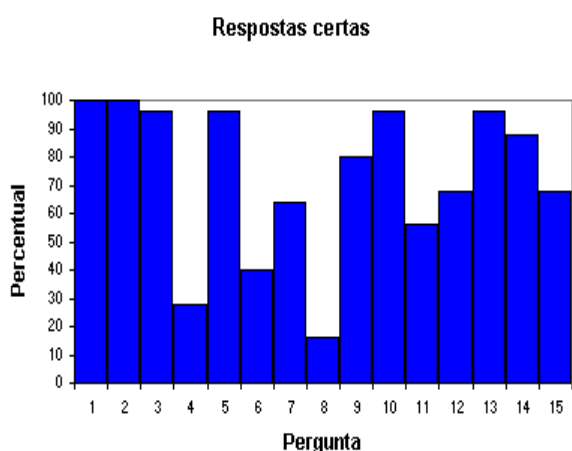


Figura13. Percentual de acertos referente do pós-teste.

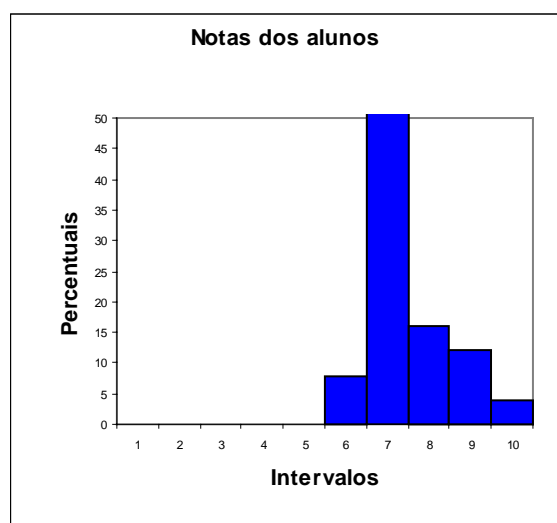


Figura 14. Percentual das notas obtidas no pós-teste.

Seguido da aplicação e análise do questionário (avaliação de estilo de ensino e aprendizagem na perspectiva do aluno) e o levantamento de opiniões dos alunos sobre o contexto do curso (redação livre de cada aluno). Desta forma nos foi possível fazer em tempo real, um paralelo entre duas componentes, uma a realidade existente que nos mostra como a metodologia foi desenvolvida na prática e a outra, uma realidade subjacente à luz dos quadros referenciais, que nos apropriamos quando traçamos nosso quadro operacional. E neste ponto nos apareceu o momento oportuno para comprovarmos a eficácia de nossa proposta, não fundamentada em dados aleatórios, mas norteada por parâmetros

colhidos ao longo do desenvolvimento e implementação da metodologia (conjunto de metas que nos propomos a alcançar). Assim, fica claro o forte potencial das animações interativas e o uso dos Modellus, como uma ferramenta pedagógica capaz de propiciar melhoras significativas no ensino-aprendizagem de física, apontando para o fato de que os diversos conceitos não são alvos estáticos na aprendizagem, mas um conjunto, uma teia que se une através de relações entre conceitos que evoluem na estrutura cognitiva do aprendiz, apoiados em conceitos já existentes e que, tratados de forma articulada nos seus níveis de abstração, formatam o concreto de nosso cotidiano.

6. Referências

AUSUBEL, D. ; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1978.

BABIN, P; KOULOUMDJIAN, M.F. **Os novos modos do compreender: a geração audiovisual e do computador**. São Paulo: Paulinas,1989.

BORDNAVE, J.D. ; PEREIRA, A.. M. **Estratégias de Ensino-Aprendizagem**. Petrópolis: Editora Vozes, 1998.

COLLINS, A. **The role of computer technology in restructuring schools**. Phi Delta Kappan, 73, 28-36.

DE CORTE,E.; VERSCHAFEFEL,L.LOWICK,J.**Computers and learning**.In:HUSEN,T.; POSTLETHWAIT, T.N.; CLARK,B.R; NEAVE,G.R. (Eds), **Education: The Complete Encyclopedia** (CD-ROM). Oxford: Pergamon Press, 1998.

FEUERSTEIN, R. **ENSEIGNER, apprendre, comprende**. Mimeo, Colóquio Nathan, 1991.

FEYNMAN, R. P. **Física em seis lições**. Rio de Janeiro: Ediouro, 1999.

FIorentini, L. M. R. et al. **Linguagens e interatividade na educação a distância**. Rio de Janeiro: DP&A editora, 2003.

FIorentini, Leda M. R. **Questões pedagógicas e curriculares da formação continuada de professores a distância**. Boletim do Salto para o Futuro, PGM-1- Formação a distância em audiovisual, jun.2002. [Documento eletrônico:<http://www.tvebrasil.com.br/salto/tehd/tehdxtla.htm>].

GÓMES, S.; LATORRE, A; SANJOSÉ, V. El Modelo de Ausubel en la Didáctica de la Física: Una Aproximación Experimental ao Processo de E/A de Contenidos que Presentan Constructos Poco Elaborados por los Aprendices. Enseñanza de las Ciências. Madrid, v.11, n.3, 1993.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. FUNDAMENTOS DE FÍSICA: Gravitação, Ondas e Termodinâmica. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S. A, 2000.

MARTINS, A. M. de S.; DEPRESBITERIS, L.; MACHADO, T.M. A mediação como princípio educacional bases teóricas das abordagens de Reuven Feuerstein. São Paulo: Editora Senac, 2004.

MOREIRA, M. A. ; MASINI, E. F. S. Aprendizagem Significativa. São Paulo: Editora Centauro, 2002

NICKERSON, R. S. Can Technology help teach for understanding ? In Perkins , D. N.; Shawarts, M. M.; Wiske, M. S. Software goes to school. NY: Oxford University Press. 1995.

NORMAN, D. A . Cognitive artifacts. In Carrol, J. M. (Ed), *Desinging interaction: Psychology at the human- Computer Interface.* Cambridge: Cambridge University Press, 1991.

NOVAK, G. D. Ayuda a los alumnos a aprender como aprender. La opinión de un Professor-Investigador. Enseñanza de las Ciências. Madrid, v..9, n.3 p. 215-228, 1991.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. Aprender e Aprender. Lisboa: Editora Plátano, 1999.

PARENTE, A. O Hipertextual. In: O virtual e o hipertextual. Rio de Janeiro: Pazulim, 1999.

PIAGET, J. A tomada da consciência. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

SANTOS, J. N. S. ; TAVARES, R. Animação interativa como organizador prévio, a ser publicado no livro de Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, Curitiba, 21-26 mar. 2003.

SILVEIRA, L. F. ; MOREIRA, M. A; AXT, R. Habilidad em Preguntas Conceptuales Y em

Resolución De Problemas De Física. Enseñanza de las Ciências. Madrid, v.10, n.1 p. 58-62, 1992.

TAVARES, R. S.; LUNA, G. R. Mapas Conceituais: Uma ferramenta pedagógica na consecução do currículo. In: I Colóquio Internacional de Políticas Curriculares, 2003, João Pessoa, Pb.

TEODORO, V. D. Learning Physics With Mathematical Modelling. 2002.(Doutorado em Ciências e Tecnologia) PhD Thesis. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa

VYGOTSKY, L.S. Pensamento e linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

Responsabilidade de autoria

As informações contidas neste artigo são de inteira responsabilidade de seus autores. As opiniões nele emitidas não representam, necessariamente, pontos de vista da Instituição e/ou do Conselho Editorial.