

## **UTILIZAÇÃO DE UM MODELO PEDAGÓGICO DIGITAL PARA A FORMAÇÃO DE MODELO MENTAL, EM ENSINO DE FÍSICA MODERNA EM CURSO TÉCNICO.**

### **USE OF A DIGITAL MODEL EDUCATIONAL TRAINING MODEL OF MENTAL, PHYSICAL EDUCATION IN MODERN TECHNICAL IN PROGRESS.**

Marcos Rogério dos Reis  
reis.marcos@ibest.com.br

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul-Câmpus Sertão  
Rodovia RS 135, Km 25. Distrito Eng. Luiz Englert, 99170-000,  
Sertão/RS, Porto Alegre (Brasil)*

*Presentamos en esta investigación un modelo pedagógico con utilización de las TIC para la enseñanza de la Física Moderna en el Instituto Federal. El modelo está adaptado a las teorías del aprendizaje significativo de Ausubel y modelos mentales, analizados e implementados para transformar el aprendizaje de la Física Moderna. Esta propuesta busca facilitar el aprendizaje a través de la construcción de mapas conceptuales para mostrar la formación de modelos mentales. Presentamos los resultados que muestran un resultado positivo referido al aprendizaje de los alumnos de tercer curso de una escuela secundaria.  
Palabras clave: Modelo pedagógico, modelo estándar, modelo mental.*

*We report an experimental work at the Federal Institute in Porto Alegre, Brasil, where a professor in the physics laboratory and by using ICTs, establishes a teaching model for Modern Physics. Adapted theories, as Ausubel meaningful learning and mental models, are studied, analyzed and implemented in order to make the learning potentially effective. This proposed teaching model seeks to facilitate the learning process by means of concept maps which shows the mental models formation. Quantitative results show a positive impact in the learning of third graders of junior high school.  
Keywords: Pedagogical model, standard model, mental model.*

## 1. Introdução.

Esta pesquisa se propõem a identificar uma evolução na aprendizagem da Física Moderna, segundo conceitos da aprendizagem significativa e das teorias que apresentam modelos mentais para tanto o Professor conta com vinte anos de magistério no ensino médio (3ª série) como professor de Física, onde considera suas inúmeras tentativas e estudos realizados neste campo do ensino.

Considera-se o fato de ter vivido o surgimento da Internet-no Brasil/RS, com a antiga Rede Tchê - em 2006 através de ferramentas como o Netscape; acompanhado estudos na década de 90 sobre o ensino da Física Moderna no ensino médio; a explosão das TI adaptado ao ensino; desenvolvido dissertação sobre Ensino de Física Moderna através de multimídia e hipertextos, com softwares de autoria (Toolbook 6.0) e desenvolvimento de CD ROM; vivendo agora a explosão da web 2.0.

Este documento relata experiência de sala de aula na tentativa de desenvolvimento de uma «Arquitetura pedagógica digital» (Nevado, Dalpiaz & Menezes, 2010) em um contexto mais amplo um «Modelo Pedagógico» (Behar Passerino & Bernardi, 2007) que contemple as estratégias educacionais necessárias para o «boa aprendizagem» (Pozo, 2002, p. 55) da Física Moderna no ensino médio. Relatando um roteiro de atividades que caracterizam este modelo, busca-se o desenvolvimento de um modelo mental no aluno com estratégias que o beneficiam na construção de significados. Este modelo pedagógico apresenta modelos conceituais e busca -em forma de avaliação- desenvolver no aluno a habilidade de apresentar mapas conceituais, como uma representação última do modelo mental

desenvolvido.

Assim, após inúmeras tentativas e ajustes realizados desde 2008 com alunos da terceira série, em 2010, apresentamos dados estatísticos que evidenciam um crescimento na aprendizagem destes alunos após vivenciarem todas as estratégias educacionais, dentro de um modelo maior denominado modelo pedagógico. Acredita-se que este trabalho esta em desenvolvimento pois foi detectado necessidades durante a implementação e o mesmo será avaliado e reformulado para implementação no ano letivo seguinte.

## 2. Ensino de Física.

A Física Moderna, em particular a Mecânica Quântica, é a grande revelação do século XX e XXI. Teoria fundamental para explicar a Física nuclear (armas e energia), atômica molecular, a Física das partículas elementares e a luz, atingem hoje os mais variados ramos do desenvolvimento tecnológico, em particular a medicina nuclear e seus aparelhos de produção de imagens por ressonância magnética, emissão de pósitrons, microscópios eletrônicos, etc.

Com a introdução da Física Moderna, no ensino médio, estamos possibilitando nova forma de perceber o mundo. Porém nos deparamos com a situação de domínio de conteúdos, conceitos confusos e/ou mal compreendidos, conteúdos não ministrados nas licenciaturas, etc.

Temas como dualidade onda-partícula, Princípio da Incerteza, as quatro interpretações básicas (estado quântico), radiação de um corpo negro e a hipótese de Plank, efeito fotoelétrico, efeito Compton, fótons e ondas eletromagnéticas, partícula quântica e demais conceitos relacionados a

Física Moderna devem ser abordados com simplicidade suficiente para o entendimento no ensino médio e com rigor suficiente para manter os princípios das Ciências. Greca (2000) em sua tese analisando o ensino de Mecânica Quântica, «Em geral, adota-se depois um enfoque axiomático em que, muitas vezes, não são estabelecidas as relações entre o modelo matemático e o mundo físico. [...] a ênfase geral do ensino reside na facilitação da aprendizagem dos algoritmos de resolução de problemas, não na compreensão do significado físico da teoria» (Greca, 2000, p. 16).

Mas nos ensinamentos do segundo grau não adentramos nos detalhes rigorosos da física, tampouco ficamos na «física do senso comum», considerando um aspecto mais qualitativo e menos quantitativo (Física formal). Nota-se um crescente interesse em desenvolver Física Moderna no ensino médio quando observamos nossos livros de ensino médio nos últimos anos. Temos a certeza hoje que não se discute mais-como fazia-se na década de noventa (século XX) -sobre a necessidade ou não de constar Física Moderna nos currículos- nota-se: Verificada e justificada a preocupação em se atualizar/modernizar os programas de ensino de Física no 2º grau, passamos a enfrentar um problema: Como fazer isso? Que critérios adotar para uma tal reformulação?. Deve-se refletir também sobre as possibilidades de desenvolvimento desses tópicos com poucas exigências de cálculos matemáticos. De qualquer modo, qualquer nova redefinição/redivisão dos conteúdos da Física no 2º grau implica, necessariamente, a rediscussão do nível de profundidade dos tópicos tratados, o que remete, por fim, para a questão das metodologias a serem empregadas. «Ainda como sugestão, a ser mais exaustivamente

delineada, uma metodologia de trabalho próxima do modelo de pesquisa-ação ou pesquisa participante parece-nos a mais adequada. O importante é que o princípio da inserção dos professores de 2º grau no processo de desenvolvimento do trabalho seja respeitado» (Terrazzan, 1992, p. 45).

Percebe-se que a preocupação esta em como fazer? ou como proceder? Daí o desenvolvimento de estratégias instrucionais dentro de um modelo pedagógico que utiliza-se dos recursos tecnológicos disponíveis, as TIC.

### 3. Modelo Pedagógico.

Quando nos deparamos com a complexidade dos conhecimentos da Física Moderna, tentamos entender como se constrói significados na mente humana (Sousa, 2002, p. 48). Os caminhos aqui sugeridos estão em busca do desenvolvimento de «Arquitetura pedagógica digital», «Modelos Pedagógicos» para elaboração de estratégias de ensino que facilitam a aprendizagem, «...sustentado por teorias de aprendizagem que são fundamentadas em campos epistemológicos diferentes. os modelos são reinterpretações de teorias a partir de concepções individuais dos professores que se apropriam parcial ou totalmente de tais constructos teóricos imbuídos em um paradigma vigente» (Behar et al., 2007, p. 21).

Kerckhove (2003) «as arquiteturas pedagógicas são, antes de tudo, estruturas de aprendizagem realizadas a partir da confluência de diferentes componentes: abordagem pedagógica, software, internet, inteligência artificial, educação a distância, concepção de tempo e espaço. O caráter destas arquiteturas pedagógicas é pensar a aprendizagem como um trabalho artesanal,

construído na vivência de experiências e na demanda de ação, interação e meta-reflexão do sujeito sobre os fatos, os objetos e o meio ambiente sócio-ecológico» (p. 76).

«O aluno ao se deparar com um novo universo do conhecimento e decide, dentro de um contexto de modelo pedagógico, absorver as informações que lhe diz significativas» (Moreira, 1999, p. 152). Neste contexto, quando conexões são desenvolvidas as informações e seus conhecimentos prévios terão construído significados pessoais.

Neste documento analisamos estas conexões segundo os conceitos de modelo mental, e o resultado destas conexões apresentada para o mundo exterior como modelos conceituais, «Seres humanos traduzem eventos externos em modelos internos, raciocinam manipulam estas representações simbólicas e podem traduzir em ações os símbolos resultantes dessa manipulação» (Moreira, 1999, p. 184).

«Os modelos mentais das pessoas podem ser deficientes em vários aspectos, talvez incluindo elementos desnecessários, errôneos ou contraditórios. No ensino, é preciso desenvolver modelos conceituais e também materiais e estratégias instrucionais que ajudem os aprendizes a construir modelos mentais adequados [...]. Um modelo mental é uma representação interna de informações que corresponde analogamente com aquilo que está sendo representado» (Moreira, 2004, p. 83).

«Na sociedade contemporânea-muito difundida como um modelo de sociedade em rede, a sociedade da informação» (Pozo, 2002, p. 35) -exige que nós educadores, realizamos estudos sobre a construção do conhecimento, estando preparados para desenvolver autonomia, autoria e proporcionar interação

professor-aluno, caracterizando um espaço de cooperação (Behar et al., 2007, p. 19). Assim, notamos que, para desenvolver estratégias instrucionais precisamos analisar os princípios da educação à distância, pois podemos aprender técnicas que podem ser muito útil na educação presencial e/ou para complementar aula quando o professor não esta presente.

Segundo Behar et. al. (2007) modelos pedagógicos representa uma relação de ensino/aprendizagem, sustentado por teorias de aprendizagem que são fundamentadas em campos epistemológicos diferentes, tais como as TIC. Assim, um modelo pedagógico pode abordar varias teorias pedagógicas (piagetianas, vygostkyana, skinneriana, etc). Também afirma que estamos vivendo um momento em que outras mudanças envolvem apenas uma pequena inovação, deixando virtualmente intocada a grande estrutura do conhecimento da área em questão. Portanto, um modelo pedagógico - constituído de uma arquitetura pedagógica digital e suas estratégias instrucionais pode ser embasado em uma ou mais teorias de aprendizagem. Assim, adaptando (Behar et al., 2007, p. 25) uma Modelo Pedagógico necessita dos elementos que seguem:

- Proposta pedagógica -aspecto organizacional- inclui propósitos do processo (modelo mental e conceitual);
- Conteúdos, material instrucional, objetos de aprendizagem, softwares, etc. (blog, vídeos, apostilas, avaliação);
- Atividades, interação/comunicação, avaliação, uma seqüência didática para aprendizagem (sondagem inicial, pesquisas web similares, proposições originais e/ou acrescentadas);
- Definição de um ambiente virtual de aprendizagem, sua funcionalidade e

ferramentas - Levando em conta as competências que os alunos devem adquirir.

De modo análogo, arquitetura pedagógica digital são:

Definidas como suportes estruturantes para a aprendizagem. São configuradas a partir da confluência de diferentes componentes: abordagem pedagógica, software, internet, inteligência artificial, educação à distância, concepção de tempo e espaço [...] elas são necessárias para dar suporte à construção do conhecimento dos estudantes, apresentando componentes propositivos e oferecendo fontes de informação ricas e variadas (Nevado et al., 2010).

Deste modo podemos observar o ato do professor ser um mediador do conhecimento a necessidade de um roteiro dinâmico onde o aluno tem uma postura ativa e reflexiva sobre a proposta construtiva, amparada pelo suporte das TI, desenvolvendo assim uma rede de interações. Neste contexto estamos diante da necessidade de desenvolver estratégias instrucionais e arquitetura pedagógica digital, como parte da proposta de um modelo pedagógico que venha ao encontro das necessidades do ensino da Física Contemporânea e as tecnologias disponíveis tais como a Internet, nota-se:

Fiolhais (2003) «tomando partido da Internet a aprendizagem pode tornar-se mais interativa e pessoal. O professor ajudará o aluno a procurar e selecionar a informação mais relevante nos vastos oceanos de informação fornecendo-lhe objetivos para neles navegar. Nestas circunstâncias, o papel do professor deixará de ser tão central (apenas um orador e muitos ouvintes) para passar a ser mais periférico (muitos oradores e muitos ouvintes). No entanto, o papel do professor não será menos relevante que antes. Em particular, deve ser notado o acréscimo do raio

de ação do professor que a Internet permite» (p. 20).

Por fim, o estudo detalhado de modelos pedagógicos e arquitetura pedagógica digital escapa aos objetivos deste trabalho que é um simples relato de experiência onde se desenvolve um modelo pedagógico.

#### 4. Modelos mentais e conceituais.

A apresentação de fenômenos físicos, através de teorias estruturadas logicamente, desenvolve uma situação onde o aluno a interpreta como uma tarefa; onde as situações complexas são analisadas como uma combinação de tarefas.

Para Vergnaud (1990), uma situação é entendida como uma tarefa, «sendo que toda situação complexa pode ser analisada como uma combinação de tarefas. Ou seja, os processos cognitivos e as respostas do sujeito são função das situações com a quais é confrontado [...] é a partir do confronto com elas e do domínio que progressivamente alcança sobre elas que o sujeito molda os campos conceituais que constituem seu conhecimento» (p. 146).

Esta interpretação de tarefas complexas torna-se conhecimento significativo no momento em que este interioriza em sua mente tais relações-seria o modo como o contato com fatos externos tornam-se conhecimento interno. Moreira (2004) afirma a necessidade de o aluno estar preparado para desenvolver representações de alto nível, tais como o desenvolvimento de modelos mentais e representações através de imagens e elaboração de proposições. «Um modelo mental é uma representação interna de informações que corresponde analogamente com aquilo que está sendo representado» (p. 91). Na seqüência Moreira (2004) afirma, «Na

perspectiva de Johnson-Laird, representações proposicionais são cadeias de símbolos que correspondem à linguagem natural, modelos mentais são análogos estruturais do mundo e imagens são modelos vistos de um determinado ponto de vista» (p. 165). Analogamente Tauceda & del Pino (2010) afirma, uma representação, tanto interna quanto externa, é qualquer notação, signo ou conjunto de símbolos que represente algum aspecto do mundo externo ou da imaginação (Eysenck & Keane, 1991). Johnson-Laird (1983), em estudos sobre representações sugere que «as pessoas raciocinam com modelos mentais» (p. 51).

Por tanto, a representação mental é o modo como a mente humana incorpora um conhecimento, formando modelos mentais que internamente ordenam as relações entre imagens e proposições referentes ao mundo exterior. Este modelo mental é uma representação mental que pode ser imprecisa e não acabada, mantém certa acuracia, e não possui simbologia que a represente. É este modelo que orienta a utilização das coisas; são análogos estruturais do mundo; é decorrente de um raciocínio dedutivo; deve ser funcional e evoluir com as interações com o exterior-evoluem naturalmente. Quando um modelo mental é decorrente de proposições complexas implica em uma construção e manutenção difícil do modelo mental. As limitações físicas associadas à limitação de computar as proposições e imagens que compõem um modelo mental-falta de memória de trabalho (Johnson-Laird, 1983, p. 132-144)-condicionam a utilização de representação simbólica através de modelos conceituais. O aluno esta sujeito a limitações que dizem respeito à falta de conhecimento (científico quando associado à física); falta de experiência-destreza prática, habilidade em

desenvolver raciocínio dedutivo; capacidade de processamento limitada-as imagens e os modelos mentais seriam interpretados pela mente como códigos proposicional (Moreira, 2004).

Quando referimo-nos ao ensino da Física propriamente, analisamos os estudos sobre as ciências e destacamos:

Um dos objetivos do ensino de ciências é orientar o estudante através de modelos conceituais de sistemas e fenômenos naturais, na construção de modelos mentais adequados e consistentes com estes modelos conceituais. «A ocorrência desta construção implica que as informações novas que o aluno recebe, devem interagir com seu conhecimento prévio, e o resultado desta interação são os novos significados, isto é, a aprendizagem significativa (Ausubel, 1982)» (Tauceda & del Pino, 2010, p. 60).

O aluno ao desenvolver um modelo mental análogo ao fenômeno físico exposto a ele deve satisfazer a necessidade de ser um modelo que consiga explicar e faz previsões sobre o sistema físico. Este modelo em seu interior representa suas crenças sobre o sistema físico; correspondem as observações dos parâmetros e estudos físicos; permitir que entenda e antecipe o comportamento físico. «Provavelmente a capacidade de formar modelos mentais e raciocinar através deles seja resultado da evolução da habilidade de percepção dos organismos com sistema nervoso» (Moreira, 2004, p. 62).

Quando o aluno desenvolveu um sistema mental análogo a um sistema físico, ele poderá externá-lo através de um modelo conceitual.

Neste ponto, é conveniente antecipar a distinção feita por Norman (Gentner & Stevens, 1983, p. 8) entre modelos conceituais e modelos mentais, a ser discutida mais adiante: «modelos conceituais são projetados

como instrumentos para a compreensão ou para o ensino de sistemas físicos; modelos mentais são o que as pessoas realmente têm em suas cabeças e o que guia o uso que fazem das coisas». «Idealmente, deveria haver uma relação direta e simples entre o modelo conceitual e o modelo mental. Muito freqüentemente, no entanto, não é bem isso que acontece. [...] Os modelos a que se refere Johnson-Laird, [...] Repetindo, modelo mental é uma representação interna de informações que corresponde, analogamente, ao estado de coisas que estiver sendo representado, seja qual for ele. Modelos mentais são análogos estruturais do mundo» (Moreira, 2004, p. 65).

### 5. Relato da experiência.

Inicialmente relatamos um experimento em sala de aula que esta acontecendo a alguns anos junto ao Campus e nas aulas do Professor.

a) Nestes últimos três anos (2008, 2009 e 2010) realizou-se pré e pós-teste para sondagem da aprendizagem dos alunos;

b) Detectado uma pequena evolução na aprendizagem dos alunos e buscou-se auxílio na literatura para desenvolvimentos de técnicas e estratégias a serem implementadas em sala de aula;

c) Em 2010, com algumas teorias já estruturadas buscou-se o «estado da arte» no processo ensino/aprendizagem;

d) Realizou-se a implementação do teste no início de ano (1 bimestre) e ao término (4 bimestre), através de questionário online<sup>1</sup>;

e) No início do segundo semestre letivo foi distribuído os grupos com os respectivos temas abordados:

f) No decorrer do semestre (segundo) foi agendado aulas no Laboratório de Informática para pesquisas e desenvolvimento do trabalho;

g) Segue no anexo detalhes dos elementos do modelo pedagógico desenvolvido:

1. Aspecto organizacional;
2. Os conteúdos – objetos de estudo;
3. O aspecto metodológico;
4. E o aspecto tecnológico.

### 6. Metodologia.

*Teste de sondagem.* Na tentativa de identificar quantitativamente a aprendizagem dos alunos após o desenvolvimento do modelo pedagógico -para conteúdos da Física Moderna no ensino médio- aplicou-se questionário no 1º e no 4º bimestre do ano letivo de 2010 ao término das aulas. Este questionário foi aplicado no início de 2010 e no término do ano letivo (pré e pós-teste).

*Pesquisa web.* Considerando a prática, comum, dos alunos realizarem pesquisa na web -segundo orientações do professor no decorrer das aulas- com temas de Física Clássica, tais como: descargas elétricas na atmosfera; máquinas eletrostáticas; arco-voltaico e bobina de Tesla. Assim, foi desenvolvidos trabalhos com a orientação dos grupos em busca de pesquisa na Web com temas envolta de:

- geração de energia (renovável e nuclear);
- radiação nuclear nos alimentos;
- e Física Quântica (modelo padrão).

Tendo disponível laboratórios de informática com computadores para todos os alunos, utilizou-se durante as aulas de Física, facilitando o andamento das pesquisas e o acompanhamento por parte do professor. Consideramos também algumas apostilas desenvolvidas com fins didáticas para os alunos do 3º ano.

*Projeto* «Ciclo de Estudos Aprofundados em Ciências Físicas» e filme «Contato» de Carl

Sagan.

Aconteceu no auditório do Campus com projeções de Documentários e Filme, conforme projeto disponível em [http://www.reismr.110mb.com/pdf/proj\\_doc\\_cientificos.pdf](http://www.reismr.110mb.com/pdf/proj_doc_cientificos.pdf). Este projeto contempla capítulos do Documentário «The Universe» e o Filme «Contato».

Durante 15 minutos fez-se uma prévia do que seria o documentário assistido. Os alunos realizaram anotações para posteriormente contribuir no blog.

*Utilização de Blog em Sala de Aula.* Após a participação dos alunos na apresentação dos documentários e filme junto ao auditório, considerou-se como avaliação a postagem de uma síntese junto ao blog. Este blog particular do professor -<http://fisicadigital.blogspot.com/> - é utilizado para tarefas do gênero, sendo possível encontrar trabalho interdisciplinar também.

Assim, a postagem maciça dos alunos ao blog foi uma bela contribuição, com ideias maravilhosas, originais e outras não muito ricas. Criou-se um momento cultural onde os alunos vivendo em regime de internato no meio rural e de certo modo isolado da explosão de informações disponíveis no meio urbano, conseguiram vivenciar em horário extraclasse (noturno)- momentos de nostalgia cultural e científica. Destaca-se que o Campus Sertão apesar de estar no meio rural disponibiliza Internet para todos os alunos, inclusive em seus alojamentos-segundo regulamento interno com restrições de acesso a sites e horários pré-determinados.

*Simulação Computacional.* Enquanto busca-se conhecimento e informações na web para desenvolver trabalho de pesquisa para apresentação final (avaliação <http://www.profmarcos.com.br/4bim/index.html>) o professor disponibiliza links onde se pode

observar vídeos (Youtube), complementando as pesquisas e animações que facilitam o entendimento de fenômenos quânticos.

Quanto às simulações, sites do tipo Átomo e Meio e outros<sup>2</sup> nos ajudaram em muito para complementar as estratégias instrucionais.

*Trabalhos<sup>3</sup> Apresentação com DataShow (PowerPoint).* Neste momento foi disponibilizado notebook, datashow, som auxiliar e tempo estimado de 40 minutos. Deste tempo consideraram-se os aspectos apresentação, resumo no formato Word, PowerPoint arquivo para apresentação oral. Os arquivos tipo Word e Powerpoint foram enviados por email -conforme email da turma- por uma questão de segurança. Esta prática de envio de trabalhos no formato digital por email, com anexos, é comum nas aulas de Física e garante qualidade na entrega com uma cópia de segurança do aluno e impede a possibilidade de vírus. Também o mesmo fica com um comprovante de entrega que é o documento enviado com dia e horário.

Esta apresentação oral desenvolveu-se nos moldes tradicionais -grupo de alunos na frente da sala de aula orientando a apresentando- com tempo limitado para apresentação, vídeos e debate.

*O papel do professor:* O professor propôs inicialmente um sistema de avaliação cujo desenvolvimento segue a arquitetura pedagógica digital proposta. Na seqüência apresenta-se a proposta de avaliação semestral:

- Trabalho de Física Moderna com peso quatro (4.0):
- Este trabalho será desenvolvido em grupos, assim, dividiu-se a turma em cinco grupos;
- Observa-se as perguntas (norteadoras) para cada tema abordado, devedo orientar as pesquisas -as perguntas



não limitam a pesquisa;

- A apresentação em sala de aula utiliza data show -tempo de 40 min- com peso 1.0;
- Enviado o arquivo no formato **.ppt** (PowerPoint) para e-mail da turma -com peso 1.5;
- Enviar o arquivo no formato **.doc** (Word) para e-mail da turma -com peso 1.5;
- Provas-duas (02)-com peso de três (3.0) pontos;
- Trabalhos-dois (02)-com três (3.0) pontos: Síntese sobre o Filme Contato (peso 1.5) e Documentário The Universe (peso 1.5);

Para entendermos o desenvolvimento e os resultados obtidos, informamos que foram adotados os mesmos procedimentos no decorrer dos anos letivos (2009 e 2010): vídeos, Internet, pesquisa web (contextualização da importância da Física Moderna), blog e apresentação (oral) dos alunos com datashow-tipo «mestre orientador» (Poza, 2002, p. 262).

Porém em 2010, ao término do roteiro previsto foram realizadas quatro aulas pelo professor em retomada e complemento dos conteúdos da Física Moderna através de datashow, PowerPoint, animações e vídeos complementares obtidos no Youtube. Esta síntese apresentada pelo Professor proporcionou esclarecimento de dúvidas, análises, comparações e um envolvimento maior dos alunos com a Física Moderna.

Nota-se que a identificação dos modelos mentais ficou muito intuitiva devido a sua observação nas apresentações e nas respostas aos testes-estes bastante antiquados, pois foram repetidos durante três anos consecutivos sem alterações para ter um parâmetro e comparação com as sondagens dos anos anteriores.

Ao término destas atividades realizou-se a sondagem cujos resultados são apresentados neste trabalho. Trata-se de um simples

levantamento estatístico do índice de acertos do questionário aplicado em pré-teste e pós-teste.

#### *Acréscimo de Estratégias:*

Em continuidade ao desenvolvimento de um modelo pedagógico adequado no presente ano letivo (2011) pretende-se implementar a utilização do Laboratório de Física -Figuras 1, 2 e 3; o desenvolvimento de mapas conceituais (Moreira, 1999); e caminhar em busca da formação de modelos mentais nos alunos e sua apresentação -ao exterior- através de modelos conceituais.

Observe que o fim último será a apresentação de resultados cientificamente corretos. Na medida em que o aluno consegue formar modelos que incluam as relações fundamentais de uma teoria (modelos conceituais), ele criará explicações e predições que estarão de acordo com as concepções aceitas cientificamente, indicando capacidade para entender teorias e modelos conceituais científicos.

### **6.1. Análise qualitativa dos dados.**

Consideramos a Tabela abaixo onde apresentamos questionário com os respectivos acertos (em 2010), considerando a pesquisa no 1º bimestre (Bim.) e no 4º bimestre com as respectivas perguntas (q1, q2, q3,...)

Nota-se uma evolução sensível no percentual de acertos (Total), assim quando no início de 2010 tinha-mos aproximadamente 20% de acertos; ao término de 2010 tinha-mos aproximadamente 30% dos alunos acertando as questões.

Considerando a possibilidade das respostas terem ocorrido ao acaso verificamos o intervalo de confiança (IC), com erro estimado entre .05 ou .001 e IC de 95% ou IC

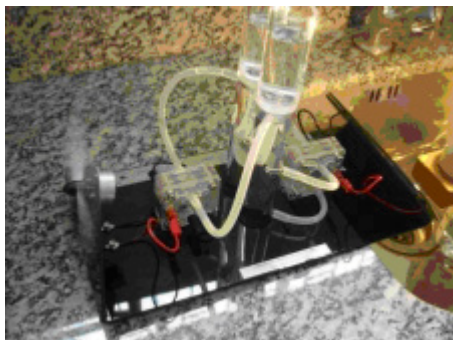


Figura 1. Motor elétrico movido a Hidrogênio.

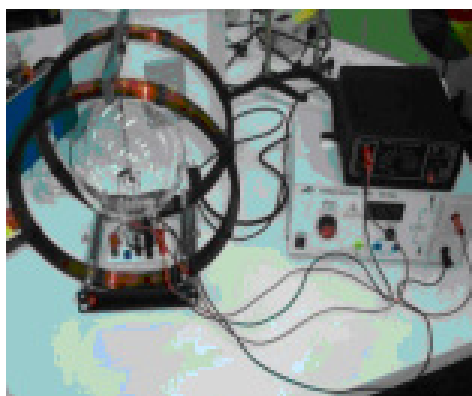


Figura 2. Tubo de raios catódicos de feixe estreito.



Figura 3. Laboratório de Física

de 99%, respectivamente. Para esta análise foi utilizado o software BioEstat 5.0. Considerando os resultados obtidos, consideramos ter significância estatística na ordem significativa, com probabilidade de erro razoável de 5% -de acertos ao acaso.

- Nota-se que na questão 02 (q2)-cuja pergunta era *Quais são as partículas fundamentais da matéria?*, tivemos um crescimento de 11%;

- Nota-se que na questão 03 (q3)-cuja pergunta era *Qual a relação entre prótons e nêutrons?*, tivemos um crescimento de 26.5%;

Esta análise esta longe de ser um trabalho esgotado, completo. Trata-se de uma construção de um modelo pedagógico que terá inovações para o próximo ano letivo para que possamos atingir um mínimo de 70% de acertos nos pré-testes; o desenvolvimento de modelos mentais e a construção efetiva de mapas conceituais.

## 7. Considerações finais.

Portanto, partindo do princípio que o Ensino da Física Moderna é fundamental aos alunos do Ensino Médio, nos deparamos com a falta de uma metodologia adequada para cumprir com tal tarefa. Duit (1996) afirma que o ensino que prioriza a apresentação do conhecimento como algo acabado, onde fenômenos e leis e suas expressões teóricas seriam o resultado de rigorosos critérios lógicos dedutivos, dificilmente facilitaria a construção de modelos e a sua compreensão. Esta forma de ensinar não deixa espaço para a aprendizagem significativa (Tauceda & del Pino, 2010).

Assim, a tentativa de desenvolver uma «Modelo Pedagógico» que cumpra com as necessidades para o desenvolvimento de um modelo mental e posterior apresentá-lo como modelo conceitual através de mapas

BIM.	ALUNOS	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	TOTAL (%)
1º bim.	78	1	13	31	25	15	10	15	12	16	19.66
	% acerto	1.3	16.7	39.7	32.1	19.2	12.8	19.2	15.4	20.5	
4º bim.	82	10	35	51	28	15	21	20	16	20	29.63
	% acerto	12.3	43.2	61.7	33.3	17.3	25.9	24.7	19.8	24.7	
<b>Crescimento</b>											9.97

Tabela 1. Acertos e Percentual em Sondagem de Física Moderna no Segundo Grau- 2010.

Fonte: IFRS, Campus Sertão.

conceituais é o grande desafio desta proposta vista como desafio do professor contemporâneo.

Este relato de uma iniciativa de construção de uma «Modelo Pedagógico» mostra-nos que esta ocorrendo uma evolução significativa na aprendizagem destes temas-conforme dados estatísticos apresentados.

Acredita-se que precisamos melhorar a Arquitetura apresentada e as estratégias instrucionais introduzindo experimentos avançados com o Laboratório de Física; trabalhando intensamente o desenvolvimento de modelos mentais nos alunos; verificando o seu desenvolvimento correto através da apresentação de modelos conceituais; utilizar da ferramenta de mapas conceituais para verificar o rigor científico desenvolvido pelos alunos em seus modelos conceituais.

Assim, acredita-se que ao término deste ano letivo (2011) tenhamos atingido índices mais elevados de acertos em nossas sondagens, bem como produzido mapas conceituais que expressam o pensamento científico formado no aluno.

## 8. Referencias bibliográficas.

Ausubel, D.P. (1982). *A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes.

Behar, P.A., Passerino, L. & Bernardi, M. (2007). Modelos Pedagógicos para Educação a Distância: pressupostos teóricos para a construção de objetos de aprendizagem. *Revista RENOTE*, 5(2), 25-38. Disponível em <http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo10/artigos/4bPatricia.pdf>

Duit, R. (1996). *Research on students' conceptions: developments and trends*. In: Proceedings of the 3rd International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics. New York: Cornell University.

Eisenck, M. & Keane, M. (1991). *Cognitive psychology: a student's handbook*. London: Erlbaum.

Fiolhais, C. & Trindade, J. (2003). Física no Computador: O computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. *Revista Brasileira de Ensino*

de Física, 25(3), 259-272. Disponível em <http://nautilus.fis.uc.pt/personal/jtrindade/~jtrindade/pub/27.pdf>

<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172003000300002>

Gentner, D. & Stevens, A.L. (1983). *Mental models*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.

Greca, I. R. (2000). *Construindo significados em mecânica quântica: resultados de uma proposta didática aplicada a estudantes de física*. Porto Alegre: UFRGS.

Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental Models*. Cambridge: MA: Harvard University Press.

Kerckhove, D.D. (2003). A arquitetura da inteligência: interfaces do corpo, da mente e do mundo. Em, D. Domingues (Ed.). *Arte e vida no século XXI-tecnologia, ciência e criatividade* (pp. 205-223). São Paulo: Editora UNESP.

Moreira, M.A.(1999). *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: Ed. Pedagógica e Universitária LTDA.

(2004). Modelos Mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*. Porto Alegre, 1(3), 193-232. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/modelosmentaisport.pdf>

Nevado, R., Dalpiaz, M.M. & Menezes, C.S. (novembro, 2010). *Arquitetura pedagógica digital para Construção Colaborativa de Conceituações*. XV Workshop Sobre Informática na Escola. UFRJ e UNIRIO: Rio de Janeiro. Disponível em [http://csbc2009.inf.ufrgs.br/anais/pdf/wie/st03\\_05.pdf](http://csbc2009.inf.ufrgs.br/anais/pdf/wie/st03_05.pdf)

Pozo, J.I. (2002). *Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem*. Porto Alegre: Ed. Artmed.

Sousa, D.A. (2002). *Cómo aprende el cerebro: una guía para el maestro en laclase*. California: Ed. Thousand Oaks: Corwin Press, 2ª Ed.

Tauceda, K.C. & del Pino, J.C. (2010). Modelos e Outras Representações Mentais no Estudo do DNA em Alunos do Ensino Médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, 15(2), 337-354. Disponível em [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID240/v15\\_n2\\_a2010.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID240/v15_n2_a2010.pdf)

Terrazzan, E.A. (1992). A inserção da Física moderna e contemporânea no ensino de Física na escola de 2º grau. *Cad.Cat.Ens.Fís. Florianópolis*, 9(3), 209-214. Disponível em <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7392/6785>

Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10 (23), 133-170.

Fecha de recepción: 26-02-2013

Fecha de evaluación: 02-03-2013

Fecha de aceptación: 24-04-2013