

METODOLOGIA REVERSA PARA O ENSINO DA FÍSICA: DA TECNOLOGIA AO CONCEITO FÍSICO¹

Ivo Mai [ivomai@gmail.com]

Naira Maria Balzaretto [naira@if.ufrgs.br]

João Edgar Schmidt [schmidt@if.ufrgs.br]

Instituto de Física – UFRGS– Caixa Postal, 15051.
Campus do Vale, 91501-970, Rio Grande, RS – Brasil.

Resumo

Este trabalho apresenta uma proposta para o Ensino de Física partindo de suas aplicações tecnológicas, e está formatada à luz da pedagogia construtivista de Piaget, Vygotsky e Ausubel. Pretende-se despertar a curiosidade e o interesse dos professores e, como consequência, dos alunos pelos temas da Física, desmistificando equipamentos que utilizamos no cotidiano. A presente proposta consiste na realização de oficinas para professores focalizadas no estudo de Fenômenos Ondulatórios, Eletromagnetismo e Tópicos de Física Moderna que explicam o funcionamento do forno de microondas e do disco rígido de computador, com o objetivo de preencher lacunas existentes na formação continuada de professores. As oficinas foram oferecidas para professores de Física em seis localidades diferentes do Estado, e consistiram de uma série de atividades, como a desmontagem de um forno de microondas e do disco rígido de computador, e atividades interativas e experimentais. A realização destas atividades estão de acordo com a proposta de Piaget, segundo a qual, as ações humanas são a base do comportamento. As atividades são desenvolvidas em pequenos grupos, seguidas por momentos de discussão no grande grupo, pois, conforme Vygotski, o desenvolvimento cognitivo tem como origem a conversão de relações sociais em funções mentais. Através do conjunto de atividades, seja através das ações ou interações humanas, os *conhecimentos prévios* dos indivíduos são constantemente confrontadas com novos conhecimentos, criando condições para uma *aprendizagem significativa*, conforme Ausubel. O trabalho foi submetido à avaliação com a aplicação de um pré-teste, antes do início das atividades propostas, e de um pós-teste, aplicado após o encerramento das atividades. Os resultados das avaliações mostraram que novos conceitos foram aprendidos pelos participantes, mostrando que a proposta é eficiente e indicada para promover a melhoria da qualidade do Ensino de Física.

Palavras-chave: metodologia reversa; ensino de Física; tecnologia; conceito Físico

1. Introdução

Considerando que o ser humano, em geral, entende muito pouco sobre o funcionamento e sobre a aplicação de conhecimentos científicos nos produtos da tecnologia utilizados no cotidiano, e conhecendo a realidade do Ensino Médio, tanto do ponto de vista da formação e capacitação do corpo docente, quanto do desinteresse dos discentes em estudar Física, propomos uma alternativa mais atraente de ensinar Física, de fácil acesso, e que pode contribuir para a construção de um cenário mais animador.

No presente trabalho, propomos explorar aplicações tecnológicas para ensinar conhecimentos científicos, fazendo uso de recursos de mídia, que geralmente despertam interesse, tanto nos professores como nos alunos, sendo potencialmente significativos. A gama de novos conhecimentos científicos associada à rapidez da evolução tecnológica impõe um desafio às escolas e aos professores no sentido de tornar o ensino de ciências em geral, e de Física em particular, mais atraente e vinculado à realidade.

¹Trabalho parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

A proposta está formatada à luz da pedagogia construtivista de Piaget, Vygotsky e Ausubel.

Para Piaget as ações humanas são as bases do seu comportamento. Tudo no comportamento parte da ação. Assim, as atividades propostas neste projeto têm como intenção promover a ação do sujeito mediante a interação direta com o objeto de estudo.

Segundo Vygotski, o desenvolvimento cognitivo tem como origem a conversão de relações sociais em funções mentais, e não o inverso. A conversão de relações sociais em funções mentais é “mediada” pelo uso de *instrumentos e signos*. Os instrumentos são os objetos ou ferramentas sociais; os signos são a linguagem, a escrita e todas as formas de comunicação humana, que são resultado de uma construção sócio-histórica e cultural. “*Através da apropriação (internalização) destas construções, via interação social, o sujeito se desenvolve cognitivamente*” (MOREIRA, 1999, p.111).

Segundo a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, o que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, o que ele chama de “*conhecimentos prévios*”. A partir de uma abordagem baseada nos conhecimentos prévios e usando materiais potencialmente significativos, é possível formar novos conceitos e/ou reforçar os conhecimentos prévios. Para que isso ocorra é necessário criar condições através de conceitos relevantes e inclusivos para que uma pré-disposição para aprender esteja disponível na estrutura cognitiva do indivíduo. O conceito central da teoria de Ausubel é o da “*aprendizagem significativa*”, que para ele é um processo de interação entre a nova informação e aspectos específicos dos conhecimentos prévios, o que ele chama de “*subsunção*”. “*A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz*” (MOREIRA, 1999, p. 153).

2. Explorando a Física aplicada à tecnologia

A Física é um pilar fundamental para a economia e a cultura da civilização moderna. O desenvolvimento tecnológico utiliza descobertas científicas para gerar novos produtos tecnológicos que provocam mudanças na cultura, nos costumes e no bem estar, e pode determinar o domínio de algumas nações sobre as outras. Historicamente, o desenvolvimento tecnológico está vinculado ao domínio de conhecimentos científicos.

O lançamento e o uso de novas tecnologias pela sociedade atual vêm crescendo vertiginosamente nos últimos anos. A cada ano que passa inúmeros novos produtos tecnológicos são lançados para o consumo da população.

Estas tecnologias são produtos do conhecimento humano adquirido através de descobertas e invenções da ciência que são aplicadas em novas máquinas e equipamentos utilizados nas mais diversas áreas de atividade humana, como: trabalho, saúde, educação, lazer e outras. Para explorar a Física aplicada nos equipamentos ou produtos da tecnologia é necessário que se tenha um pouco de conhecimento técnico sobre os mesmos. É importante saber o nome e a função desempenhada por cada um dos seus componentes para fazer uma associação aos fenômenos físicos que explicam o seu funcionamento. Essas informações podem ser encontradas em manuais técnicos ou manuais de instrução de uso dos equipamentos.

Numa revisão bibliográfica constatamos a precariedade de publicações didáticas sobre uso e aplicações dos conhecimentos da Física nos produtos tecnológicos que utilizamos no cotidiano. Nos livros texto mais utilizados no Ensino Médio, as informações geralmente são superficiais ou estão ausentes. Portanto, justifica-se a elaboração de materiais de apoio e didáticos que explorem a aplicação da Física nos produtos da tecnologia presentes nas nossas casas, nos locais de trabalho, estudo e lazer.

Porém, encontramos publicações muito interessantes, que exploram a Física de equipamentos tecnológicos, publicados pela SBF (Sociedade Brasileira de Física), pela Editora do Brasil e periódicos como a revista Física na Escola e a Revista Brasileira de Ensino de Física. Em especial, destacam-se trabalhos desenvolvidos no Mestrado Profissional em Ensino de Física (MPEF) do Instituto de Física da UFRGS, divulgados no endereço eletrônico www.if.ufrgs.br/.

A experiência do trabalho já desenvolvido nas escolas, aliada aos conhecimentos adquiridos durante o curso do MPEF, possibilitou desenvolver o presente trabalho com a finalidade de oferecer aos professores das escolas de nível médio e, através deles, aos alunos, conhecimentos relativos a alguns avanços e aplicações da Física nos produtos da tecnologia. Propomos uma educação para a cidadania, colaborando ativamente na formação de uma *sociedade com conhecimento científico consciente*. Assim contribuimos para ampliar o conhecimento dos docentes relativo à aplicação da Física na tecnologia, e através deles, despertar o interesse dos estudantes pela Física. A capacitação de professores em exercício e de estudantes do Ensino Médio por meio de *kits* montados especificamente para esta finalidade, poderá contribuir decisivamente para a mudança dos rumos da educação do Ensino Médio.

A presente proposta foi inspirada no projeto do Laboratório Itinerante Tecnologia com Ciência do Instituto de Física da UFRGS, levando a idéia para fora da Universidade, através de cursos de formação para professores realizados em parceria com quatro Coordenadorias Regionais de Educação do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

A proposta está elaborada para explorar conceitos de ondas, eletromagnetismo e tópicos da Física Moderna que explicam o funcionamento do forno de microondas e do disco rígido de computador.

O presente trabalho tem como pressuposto, somar esforços com as iniciativas já existentes, oferecendo mais uma opção de proposta pedagógica para melhorar a qualidade das aulas, despertando o interesse dos estudantes pela Física através de suas aplicações tecnológicas.

Em paralelo, pretendemos encorajar os docentes a introduzir e desenvolver os temas da Física através do uso de equipamentos tecnológicos em suas aulas como motivadores para explorar conceitos Físicos aplicados no seu funcionamento.

3. Metodologia

A metodologia utilizada baseou-se na realização de oficinas práticas com professores, o que exigiu uma seqüência de etapas lógicas e progressivas, sempre levando em consideração as teorias construtivistas de Piaget, Vygotski e Ausubel. A seguir estão descritas as etapas desenvolvidas durante as oficinas com professores do Ensino Médio.

a) Iniciamos com a aplicação de dois pré-testes de quinze questões cada um. O primeiro tem como objetivo avaliar os conhecimentos sobre os temas magnetismo, eletromagnetismo e ondas aplicadas no funcionamento do forno de microondas; e o segundo pré-teste também explora conhecimentos de eletromagnetismo e tópicos de Física Moderna, que explicam o funcionamento do disco rígido de computador. Através destes procuramos avaliar os conhecimentos prévios dos participantes e seus resultados serviram como referência para avaliar o progresso na aprendizagem e a eficiência da proposta.

b) Uma aula à luz da Teoria de Piaget deve ser ativa, com métodos ativos, tendo o cuidado para que as iniciativas sejam tanto do aluno como do professor. *Segundo ele, enquanto que o diretivismo puro leva ao conformismo, o não-diretividade puro leva à desorganização, insegurança ou mera repetição.* (MOREIRA, 1999, p. 104).

Assim, a segunda etapa consistiu em desmontar um forno de microondas e um disco rígido de computador, com o objetivo de desmistificar os equipamentos, tomar conhecimento das suas partes, seus principais componentes e discutir sobre suas funções, como funcionam, discutir a ciência abordada e as leis físicas utilizadas no seu funcionamento. O papel do professor nas práticas é provocar a desequilíbrio que levam à equilíbrio majorante. Ou seja, o professor deve desempenhar o papel de coordenador, fazer questionamentos, sem dar a resposta definitiva, mas que levem o aluno buscar a resposta através de atividades propostas no projeto, ou através de leituras dos textos preparados para esse fim. Para facilitar os trabalhos da desmontagem e identificação das suas partes foi elaborado um manual para cada um dos equipamentos que são objetos de estudo deste projeto. Assim, entendemos que a metodologia reversa está de acordo com a teoria de Piaget, que defende a idéia que toda mudança de comportamento tem origem nas ações humanas.

Simultaneamente esta metodologia é uma maneira capaz de desencadear um processo de aprendizagem significativa, conforme Ausubel.



Figura 1. Grupo de professores de Santa Rosa desmontando um forno de microondas.

Esta atividade é um processo de desmistificação e familiarização do educador com os objetos tecnológicos em estudo, servindo de estímulo para novos projetos de exploração da Física em outros equipamentos.

Na terceira etapa são realizadas discussões em grupo com a finalidade de promover a troca de conhecimentos no grande grupo, acompanhadas de leitura dos textos, interação com as simulações preparadas especialmente para este momento e realização de atividades interativas preparadas com o “*software Hot Potatoes*”.

Na quarta etapa são realizadas as atividades experimentais que contemplam dois experimentos convencionais utilizando materiais alternativos de fácil montagem e quatro experimentos desenvolvidos com a utilização do computador como instrumento de medida para coleta e análise de dados e gráficos.

Os experimentos convencionais visam explorar os fenômenos de ressonância que auxiliam na compreensão do funcionamento do forno de microondas, e os processos de magnetização de fios de aço, que ajudam na compreensão do processo de gravação magnética.

Para a realização das atividades experimentais que utilizam o computador como instrumento de medida, foi desenvolvido um conversor analógico/digital que transforma sinais analógicos em digitais, e o “*software PicoScope*” que converte o computador num osciloscópio. Com a ajuda destes equipamentos são realizadas quatro atividades:

a) a primeira tem como objetivo medir a frequência e fazer uma análise do espectro de sinais de áudio gerados com o auxílio da placa de som do computador munido com o *software Sine Wave*. A medida da frequência é feita com o *software PicoScope*;

b) a segunda tem como objetivo explorar o fenômeno da ressonância entre duas cordas de uma caixa de ressonância. Para medir as frequências de ressonância é utilizado um microfone ligado a um amplificador incorporado no conversor analógico-digital, que converte sinais analógicos em sinais digitais, e estes por sua vez são convertidos em dados e gráficos pelo computador, através do *software PicoScope*;

c) a terceira atividade com computador consistiu em entender, através de aquisição de dados, como ocorre a carga e descarga de um capacitor em um circuito RC em série e paralelo, e através do conversor AD obter dados que permitem visualizações gráficas da situação em estudo com auxílio do *software PicoScope*. Com estas atividades pretendemos familiarizar os participantes com a montagem de circuitos elétricos e a utilização de novas tecnologias na prática pedagógica, fazendo uma analogia entre o tempo de carga e descarga de capacitores com a função de circuitos ressonantes utilizados para gerar ondas eletromagnéticas;

d) a quarta atividade experimental que utiliza o computador como instrumento de medida e coleta de dados é um experimento que, com o auxílio do osciloscópio *PicoScope*, tem como objetivo fazer medidas de voltagem induzida por um ímã que se move através de uma bobina. Assim, pretende-se identificar as grandezas físicas que influenciam na indução de voltagem e entender a lei de Faraday sobre indução eletromagnética ainda utilizada na gravação de fitas magnéticas. Veja a figura 2.

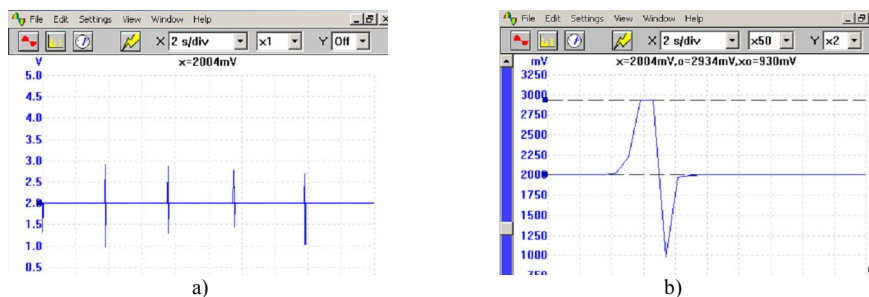


Figura 2. a) Janelas do PicoScope mostrando o fenômeno da indução eletromagnética. b) A janela ampliada 50 vezes, mostrando um evento em detalhes.

e) Após a realização das atividades, foi aplicado o pós-teste (as mesmas questões do pré-teste com pequenas alterações) para avaliar a aprendizagem adquirida durante a oficina.

As atividades realizadas neste trabalho têm como objetivo principal evidenciar o vínculo existente entre a teoria eletromagnética e algumas aplicações nas tecnologias presentes no cotidiano, e propiciar uma visão mais atual da Física. Assim pretendemos contribuir para criar situações que despertem competências e habilidades que *“permitam ao educando compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade”* (MEC, 1999).

A utilização do computador nas escolas, como instrumento de ensino, nos últimos anos vem crescendo progressivamente em todo o mundo. Existem inúmeros estudos e propostas quanto à forma como esta máquina é utilizada para atividades vinculadas ao ensino.

No presente trabalho optamos por utilizar o computador como instrumento de medida para coleta e análise de dados experimentais, pois a Física é uma ciência afinada com atividades experimentais dependentes de medidas, coleta e análise de dados. O osciloscópio é um instrumento de medida imprescindível para um laboratório de Física pela sua versatilidade e precisão nas medidas de tensão, tempo, frequência e observação de formas de onda de sinais eletrônicos. Porém, pelo seu elevado preço ele se torna inacessível para a maioria das escolas de nível médio, em especial para escolas públicas. Como alternativa apresentamos atividades elaboradas para explorar fenômenos de ressonância, indução eletromagnética, carga e descarga de capacitores e análise espectral que utiliza sensores e um conversor de sinal analógico/digital de baixo custo e o *software PicoScope* elaborado pela *Pico Technology*, disponível na rede mundial de computadores. Este conjunto de recursos transforma o computador num osciloscópio didático de baixo custo e acessível para qualquer escola que tenha laboratório de informática.

“No que concerne ao ensino da Física, todas as séries apresentam tópicos que envolvem conceitos técnicos e cálculos, onde as situações virtuais criadas no computador oferecem importante auxílio à aprendizagem de tais conceitos. Nada melhor, por exemplo, que estudar no computador, passo a passo, a trajetória de uma bola no caso do lançamento oblíquo (lançamento de projéteis), o que o experimento convencional em laboratório não permite.” (NOGUEIRA, RINALDI, FERREIRA e de PAULO, 2000)

Como exemplo, podemos citar uma das atividades experimentais do presente trabalho, na qual o computador é utilizado para medir passo a passo a carga e descarga de um capacitor. Assim, é possível visualizar esse processo com detalhes que dificilmente são observados com a utilização de um multímetro e assim fazer a relação com o processo de carga e descarga de um capacitor. Esse processo pode ser relacionado com o funcionamento do magnetron do forno de microondas e no processo de gravação magnética de um disco rígido. Durante a carga e descarga de um capacitor, elétrons são acelerados, gerando a emissão de ondas eletromagnéticas, como ocorre no magnetron.

4. Resultados

Apresentamos a seguir os resultados obtidos nos pré e pós-testes aplicados nas diversas localidades em que ocorreram as oficinas. A tabela mostra o número de participantes, a média de acertos no pré e pós-teste e o nível de significância estatística. O nível de significância é a probabilidade de ocorrência uma diferença entre as médias tão grande ou maior do que a observada por acaso. A rejeição da hipótese de que a diferença observada tenha ocorrido por acaso usualmente se dá quando o nível de significância estatística é menor ou inferior a 0,05 (5%); adotaremos aqui esse nível de significância estatística.

Os resultados totais são apresentados na tabela a seguir:

TESTES SOBRE MICROONDAS E DISCO RÍGIDO (30 Questões)

Oficinas	Número de Participantes	Média de Acertos		Nível de Significância Estatística
		Pré-teste	Pós-teste	
Todas	49	14,69	25,71	0,000

A média geral obtida nos pré-testes com 30 questões, é de 14,69, enquanto que no pós-teste essa média subiu para 25,71 acertos, mostrando que houve uma contribuição decisiva da metodologia utilizada na mudança dos resultados.

Os resultados obtidos mostram que ocorreu um grande aumento da média de acertos, uma significativa diminuição da variância de distribuição de escores revelando uma menor dispersão das respostas. Também podemos observar que o nível de significância estatística equivalente a 0,000. Ou seja, a probabilidade de que a diferença observada seja obra do acaso é zero com um grau de certeza muito grande.

Os gráficos da figura 3 mostram a diferença entre os resultados obtidos nos pré-testes e os pós-testes e a variação na distribuição dos escores.

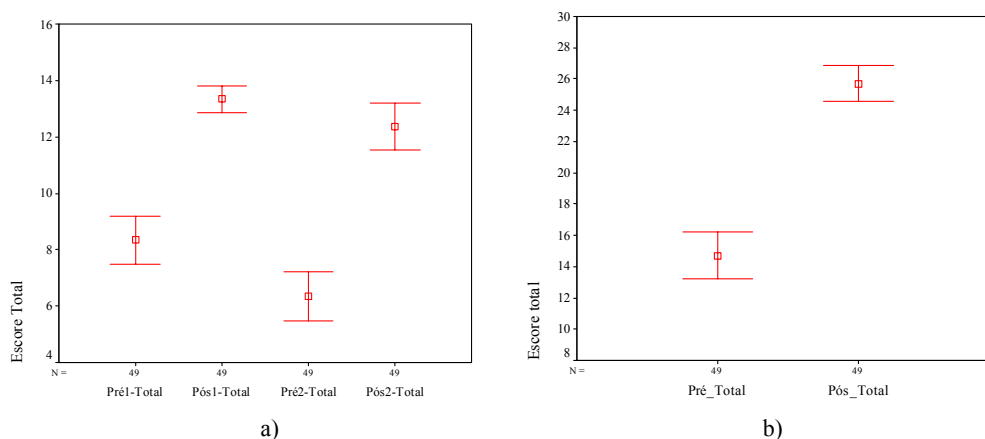


Figura 3.a) Resultados do pré-teste 1 e pós-teste1 sobre microondas, e o pré-teste 2 e pós-teste 2 sobre disco rígido; b) resultados dos totais gerais dos pré-testes e pós-testes.

5. Conclusão

Comprender a Física através da sua utilização e aplicações tecnológicas, dar significado aos conceitos e suas leis, derrubar crenças populares, modificar ou reforçar conhecimentos prévios são os pilares sobre os quais construímos a presente proposta.

Porém, a Física é bem mais do que somente compreender o funcionamento de equipamentos tecnológicos através de suas leis e conceitos, compreender a relação entre as grandezas Físicas e transformar unidades de medida. É preciso discutir o seu uso social e suas implicações no campo da saúde, impactos ambientais e econômicos. Nesse sentido, ela passa a ser mais um instrumento para a compreensão do mundo, tornando-se uma ferramenta a mais para o cidadão pensar e agir. A proposta foi elaborada para atender estes requisitos mostrando-se muito eficiente.

Como se trata de uma proposta de formação de professores, esperávamos uma pequena diferença entre os resultados dos testes aplicados. Porém, a análise estatística dos dados coletados durante as oficinas, mostra que a uma diferença é muito maior do que a esperada. Os resultados obtidos mostram que a metodologia utilizada contribuiu de maneira decisiva na melhoria do conhecimento dos participantes.

Portanto, estamos contribuindo com mais uma proposta que se mostra eficiente, e pode melhorar a qualidade de Ensino de Física e ajudar a derrubar obstáculos e minimizar dificuldades encontradas pelos estudantes, tornando-se numa disciplina importante, interessante e atraente.

6. Referências Bibliográficas

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura, Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Disponível no site <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> Acessado em 13/06/2007.

MOREIRA, Marco Antonio. Teorias de Aprendizagem. São Paulo: EPU Editora Pedagógica e Universitária LTDA, 1999.

NOGUEIRA, José de Souza, RINALDI, Carlos, FERREIRA, Josimar M., PAULO Sérgio R. de. Utilização do Computador como Instrumento de Ensino: Uma Perspectiva de Aprendizagem Significativa – Revista Brasileira de Física, vol. 22 nº 4, Dezembro, 2000.