



HISTÓRIA DA CIÊNCIA E O USO DA INSTRUMENTAÇÃO: CONSTRUÇÃO DE APARATO HISTÓRICO-CIENTÍFICO SIMPLES COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO

Enoque Rinaldi Duque

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Orientadora:
Andréia Guerra de Moraes

Rio de Janeiro
Agosto, 2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

HISTÓRIA DA CIÊNCIA E O USO DA INSTRUMENTAÇÃO: CONSTRUÇÃO DE APARATO HISTÓRICO-CIENTÍFICO SIMPLES COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Enoque Rinaldi Duque

Aprovada por:

Presidente, Prof. Andréia Guerra de Moraes,
D.Sc. (orientadora)

Prof. José Cláudio de Oliveira Reis, D.Sc.
(Colégio Pedro II)

Prof. Marco Antônio Barbosa Braga, D.Sc.

Rio de Janeiro
Agosto, 2009

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

D946 Duque, Enoque Rinaldi
História da ciência e o uso da instrumentação : construção de
aparato histórico-científico simples como estratégia de ensino / Enoque
Rinaldi Duque.—2009.
vi, 83f.: il. , grafs. , tabs. ; enc.

Dissertação (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica
Celso Suckow da Fonseca , 2009.

Bibliografia : f.55-60

Orientadora: Andréia Guerra de Moraes

1. Ciência. 2. História. 3. Instrumentos industriais. I. Moraes,
Andréia Guerra de (orient.). II. Título.

CDD 509

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo que tem me possibilitado aprender e, estar sempre comigo. A minha mulher Patrícia e minha filha Clara por me amarem e compreenderem minhas dificuldades. A meu pai e mãe por tanto zelo comigo. Aos meus dois irmãos por reconhecerem meus esforços. A minha orientadora prof. Doutora Andréia Guerra de Moraes pela dedicação, tanto na cobrança quanto no auxílio na solução das dificuldade encontradas por mim. Ao professor Francisco Martins pela inestimável contribuição na construção do aparato experimental. A todos parentes e amigos que direta ou indiretamente contribuíram para que eu pudesse concluir este trabalho. Aos funcionários das três instituições que trabalho por me darem abertura para conciliar meu trabalho com este acadêmico.

RESUMO

HISTÓRIA DA CIÊNCIA E O USO DA INSTRUMENTAÇÃO: CONSTRUÇÃO DE APARATO HISTÓRICO-CIENTÍFICO SIMPLES COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO

Enoque Rinaldi Duque

Orientador:

Andréia Guerra de Moraes

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca CEFET/RJ como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O presente trabalho consiste em caracterizar os conhecimentos prévios dos alunos sobre as ondas eletromagnéticas, através de um pré-teste, provocar discussões histórico-filosóficas durante os encontros, desenvolver técnicas de montagens e apresentar conceitos sobre o tema central. Para alcançar estes objetivos dez oficinas foram realizadas. As atividades foram investigativas, laboratório não estruturado. O trabalho foi inserido dentro de um projeto de iniciação científica desenvolvido no colégio Granbery. Buscou-se verificar se esta metodologia produziu mudanças significativas nos conhecimentos adquiridos pelos alunos. Os resultados obtidos permitem concluir que ocorreram mudanças positivas nas atitudes dos alunos, eles mostraram-se muito interessados pelo trabalho, foram muito questionadores, desenvolveram a informalidade no decorrer da pesquisa e demonstraram ter adquiridos os conceitos básicos para compreensão das ondas eletromagnéticas. Isto foi avaliado pela apresentação feita no final do trabalho de pesquisa.

Palavras-chave:

Instrumentação; História da física; Filosofia da ciência.

Rio de Janeiro
Agosto, 2009

ABSTRACT

SCIENCE HISTORY AND INSTRUMENTATION USE: CONSTRUCTION OF SIMPLE HISTORICAL-SCIENTIFIC APPARATUS AS STRATEGY OF TEACHING.

Enoque Rinaldi Duque

Advisor:

Andréia Guerra de Moraes

Abstract of dissertation submitted to Programa de Pós-graduação em Ensino de Física e Matemática – Centro Federal de Educação Celso Suckow da Fonseca CEFET/RJ as partial fulfillment of the requirements for the degree of Master's title.

The present work consists of characterizing the students' previous knowledge on the electromagnetic waves, to use a pre-test to make historical-philosophical discussions during the encounters, to develop techniques of assemblies and to present concepts on the main theme. To reach these objectives, ten workshops were accomplished. The activities were investigative and the laboratory was not structured. The work was part of a scientific initiation project developed at Granbery School. It looked for verifying if this methodology produced significant changes in the knowledge acquired by the students. The obtained results allow to concluding that positive changes occurred on the students' attitudes. They showed themselves very interested in the work. They were too much questioning. They developed informality during the research, and they demonstrated to have acquired the basic concepts for understanding the electromagnetic waves. The result was assessed in a presentation done at the end of the research work.

keywords: Instrumentation, Physics history, Science philosophy.

Rio de Janeiro
Agosto, 2009

Sumário

Introdução	1
I O Panorama Atual da Pesquisa em Ensino com Relação aos Laboratórios de 1992 até 2006.	4
I.1 Pesquisas Preliminares	4
I.2 Uma visão geral do Laboratório de Ciência no mundo atual	7
I.3 Laboratório Convencional ou Aberto	8
I.4 A utilização do Laboratório Aberto	9
I.5 Laboratório de Manipulação, simulação e remota	10
I.6 Vantagens e Desvantagens de fazer uma Simulação ou uma Experiência Concreta	13
I.7 Conciliando o Laboratório de Ciências com a História e Filosofia	15
II A Viabilidade da Construção de um Transmissor de Ondas Eletromagnéticas	16
II.1 O transmissor de Ondas Eletromagnéticas (OEM)	17
III Descrição da Aplicação do Projeto	22
III.1 Implementação do Projeto na Escola	22
III. 2 Os Encontros Realizados	24
III.3 A Apresentação dos trabalhos na Jornada de Iniciação Científica	49
Conclusão	53
Referências Bibliográficas	55
Apêndice I	62
Apêndice II	64
Apêndice III	67
Apêndice IV	70
Apêndice V	73
Apêndice VI	83

INTRODUÇÃO

É necessário desmitificar a idéia que novas tecnologias aplicadas à educação têm, necessariamente, o uso da informática como essência. Embora a simulação e o laboratório remoto sejam, comprovadamente, estratégias eficazes para o ensino das Ciências. Não é esta estratégia a solução das dificuldades no ensino da instrumentação em Ciências (Jing, Nickerson, Jeffrey, 2006).

Deve-se existir uma constante preocupação com as Hands-on, ou seja, as experiências não virtuais. As literaturas específicas, (Araújo, Abid, 2003), destacam a necessidade das atividades práticas de manipulação direta pelos alunos. Estas atividades não podem ser extintas devido a fatores financeiros (economia de espaço e materiais), devido a interpretações equivocadas de profissionais não especializados (professores que não trabalham diretamente com laboratório não-virtual) ou devido a fugaz globalização que busca, a qualquer custo, produtividade arbitrária das atividades educacionais, muitas vezes, no caso do laboratório de Ciências, substituir a prática direta por demonstrações com recursos de multimídia. A educação é muito mais que uma atividade de produção que deve ser, invariavelmente, otimizada. Envolve fatores sociais, psicológicos, históricos, filosóficos, e outros.

A substituição das atividades práticas por simulações podem culminar em profissionais com receio e dificuldades de gerenciar os meios de produção industrial, sendo esses dependentes das interpretações de técnicos. Uma preocupação constante dos educadores é: como ensinar a “Física do cotidiano?” Como enfrentar questões como: “Gostaria de saber como funciona o celular?” ou, “Como este conceito físico me auxilia?” ou ainda, “Para que serve estudar isso?”

O desenvolvimento tecnológico da sociedade, a cada dia, trás novidades que tornam os homens meros consumidores dos produtos,

“...os aparatos científicos e tecnológicos preenchem nosso cotidiano, apresentando-nos constantemente novas questões, fazendo com que o exercício da cidadania implique, necessariamente, em posicionar-se diante da Ciência e da Tecnologia. Como ser cidadão sem discutir as estratégias para investimentos energéticos, o problema dos transgênicos, das radiações eletromagnéticas em torres de alta energia que cortam as cidades, dentre tantos outros que podemos aqui mencionar?” (Guerra, 2002)

Há cada vez mais um distanciamento entre o usuário e a tecnologia. Usam-se os produtos sem conhecer os conceitos físicos que tornam possíveis a utilização da tecnologia apresentada. Como o ensino de Física, através do laboratório de Ciências, poderia ser um canal para diminuir esse distanciamento?

Para responder a essa pergunta, buscou-se selecionar um tema específico: as Ondas Eletromagnéticas. Uma das razões dessa escolha deve-se ao fato desse ser o princípio básico

da informação moderna, que possibilitou a globalização atual, e, portanto, parte de um dos setores que mais evolui na atualidade.

Na busca da resposta à questão central dessa dissertação, um dos caminhos que se mostraram importante foi tratar a Física através de uma abordagem histórico-filosófica, de forma a permitir ao aluno, com um olhar para o passado, construir ferramentas para compreender o presente.

“A Ciência moderna não foi implementada por um ou mais homens geniais, ela foi construída em um tempo e em um espaço muito bem determinados em função dos conflitos e questionamentos dos homens que lá viveram.” (Guerra, 2002).

Esta opção surge como uma estratégia necessária, porque o presente está em constante mudança. Se detiver muito tempo para explicar certa tecnologia, ao terminar, ela já pode estar desatualizada. Outro caminho que se mostrou pertinente foi a confecção e manipulação de aparatos experimentais pelos alunos.

“Não se pode deixar de reconhecer alguns méritos nesse tipo de atividade: por exemplo, a recomendação de se trabalhar em pequenos grupos, o que possibilita a cada aluno a oportunidade de interagir com as montagens e instrumentos específicos, enquanto divide responsabilidades e idéias sobre o que devem fazer e como fazê-lo; outro é o caráter mais informal do laboratório, em contraposição à formalidade das demais aulas. (Borges, 2002)

Conciliando essas duas possibilidades, a dissertação pretende responder a pergunta: O conhecimento e manipulação, pelos alunos, de aparatos experimentais históricos pode ser um caminho para diminuir o distanciamento entre o ensino da Física e a tecnologia?

Para responder essa questão será aplicado e avaliado um projeto educacional. O objetivo é verificar se através da construção e compreensão do funcionamento de equipamentos histórico-científicos simples, pode-se construir caminhos para os alunos compreenderem princípios básicos de funcionamento de tecnologias sofisticadas como o telefone celular. O trabalho desenvolvido foi investigativo e buscou uma estratégia alternativa para o ensino de Física através do uso do laboratório de Ciências. Esperava-se ainda desenvolver uma nova opção de ensino-aprendizagem, onde além da pesquisa histórica e da montagem do aparato, com suas possíveis correções, fosse realizada uma avaliação minuciosa dos objetivos propostos atingidos, suas limitações e possíveis alterações que se mostrassem necessárias.

O projeto constituiu na confecção de uma oficina com alunos do Ensino Médio, cujo tema central era Ondas Eletromagnéticas (OEM). Os alunos nesta oficina construíram um transmissor de OEM, baseado naquele elaborado pelo engenheiro dinamarquês Valdemar

Poulsen, em 1904. Esse aparelho foi um dos primeiros transmissores de OEM que conseguiu modular e transmitir a voz humana.

Além da confecção do transmissor os alunos elaboraram pesquisa histórica sobre o desenvolvimento do eletromagnetismo no século XIX e início do século XX. Cientistas contemporâneos envolvidos no desenvolvimento do tema foram estudados por esses alunos para subsidiar a elaboração deste trabalho.

Outro motivo para a escolha do tema foi o fato desse assunto apresentar nuances contraditórias, se por um lado seu uso é extremamente abrangente na sociedade moderna, independente do nível social de seus indivíduos, sua religiosidade ou cultura, por outro, é uma incógnita os conceitos físicos envolvidos para a esmagadora maioria da população. O cidadão moderno não tem uma visão clara do que são as OEM, com isso tem dificuldade de analisar questões relativas ao seu uso no cotidiano. Além disso, o tema é apresentado de maneira muito superficial no Ensino Médio em contraste com sua importância no mundo moderno. Para desenvolver a resposta ao problema dessa dissertação foram construídos três capítulos.

No primeiro, analisa-se as diferentes possibilidades de se trabalhar o laboratório nas aulas de Ciências.

No segundo, são descritas as pesquisas realizadas para a construção do protótipo do transmissor de Ondas eletromagnéticas (OEM) a ser construído pelos alunos.

No terceiro, é descrito e avaliado o projeto educacional desenvolvido no colégio Granbery, de Juiz de Fora, para construir subsídios capazes de responder à questão central da dissertação. O uso da História da Ciência e da Instrumentação, com construção de um aparato histórico-científico, é uma boa estratégia de ensino? Também são apresentadas as considerações finais sobre o trabalho.

Capítulo I

O Panorama Atual da Pesquisa em Ensino com Relação aos Laboratórios de 1992 até 2006

I.1- Pesquisas Preliminares:

Neste capítulo I, será abordada a produção recente na área de investigação sobre a utilização da experimentação como uma estratégia de ensino de Física. A análise terá como referência o artigo publicado: *Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades*, Mauro Sérgio Teixeira de Araújo e Maria Lúcia Vidal dos Santos Abid. A análise, realizada neste artigo citado, teve como referência os trabalhos publicados entre 1992 e 2001 na Revista Brasileira de Ensino de Física (SBF), em seu encarte Física na Escola, e, também no Caderno Brasileiro de Ensino de Física (UFSC). Para complementar essa análise foi realizada uma pesquisa bibliográfica nos periódicos citados no período de 2002 a 2006 (anexo V). Os objetivos das duas pesquisas foram possibilitar uma melhor compreensão sobre as diferentes possibilidades e tendências do laboratório de Ciências, analisarem qualitativamente e quantitativamente as publicações mais recentes na área pesquisada e verificarem a disponibilidade e facilidade de obtenção dos trabalhos publicados.

- Análises das publicações de 1992 a 2006 com relação ao uso da instrumentação no ensino:

Tanto professores como alunos apontam a instrumentação como uma das melhores estratégias de Ensino de Física, para torná-lo mais contextual, mais significativo e por que não dizer agradável. A literatura nacional não tem deixado de cumprir seu papel de divulgar bons artigos na área, aliás, tem dado a relevância necessária ao assunto. No nº 2 do volume IV de 2005, da Revista Brasileira de Ensino de Física, dos 11 artigos publicados 5 referem-se a instrumentação para o Ensino de Física, e no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, no nº 1 do volume 21 de 2004, dos 8 publicados 4 referem-se a instrumentação.

A pesquisa realizada por Mauro Sérgio e Maria Lúcia apontou o seguinte percentual de publicações relacionadas com o uso da instrumentação: 25% na RBEF, e 30% no CBEF sejam com o uso de novas tecnologias, atividades relacionadas com o cotidiano, construção de equipamentos, verificação de conceitos teóricos, entre outros. Dos trabalhos pesquisados, 189 artigos no total, foram selecionados quarenta e nove (49) publicados entre 2002 e 2006, nesta área específica.

A justificativa para escolhas desses periódicos é dada por Mauro Sérgio e Maria Lúcia:

“... A escolha destes dois periódicos deve-se ao fato de permitirem uma análise bastante ampla dos trabalhos que estão sendo desenvolvidos na área de Ensino de Física no Brasil, uma vez que são encontrados artigos provenientes de diversos autores e instituições situadas em diferentes Estados, ao mesmo tempo em que são publicações de fácil acesso e de circulação nacional.”

Na pesquisa realizada para essa dissertação importou-se a tabela I do artigo já citado com objetivo de verificar se houve ou não uma mudança do percentual, na área de conhecimento, nas publicações mais recentes. Para evidenciar os resultados foi construída uma tabela com as publicações de 2002 a 2006.

Tabela I.1 -

Área	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Total	%
Mecânica	0	1	3	5	1	2	3	2	2	9	28	30,4
Ótica	0	0	3	1	1	1	2	4	3	6	21	22,8
Eletr. Magnetismo	0	4	1	0	0	2	2	5	2	3	19	20,7
Física Moderna	0	1	0	0	0	0	2	2	0	2	7	7,6
Calorimetria	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	4	4,3
Hidrodinâmica	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	4	4,3
Gases	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	3	3,3
Astronomia	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	3	3,3
Ondulatória	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	3	3,3
Total	0	9										100

Fonte: RBEF, artigo: *Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades*, Mauro Sérgio Teixeira de Araújo e Maria Lúcia Vidal dos Santos Abid.

Tabela I.2 –

Área	2002	2003	2004	2005	2006	Total	%
Mecânica	2	0	2	4	1	9	16,4
Ótica	4	2	5	1	0	12	21,8
Eletr. Magnetismo	1	5	2	1	2	11	20,0
Física Moderna	1	0	1	2	0	4	7,3
Calorimetria	1	1	2	2	0	6	10,9
Hidrodinâmica	3	0	2	0	0	5	9,1
Gases	0	0	3	0	0	3	5,5
Astronomia	0	0	0	0	0	0	0
Ondulatória	0	1	1	2	0	5	9,1
Total	12	9	18	12	3	55	100

Fonte: pesquisa realizada pelo autor da dissertação (2007).

Observando as tabelas constata-se que o predomínio da Mecânica verificado na primeira não ocorre na segunda. Os trabalhos publicados na área de Mecânica correspondem a aproximadamente 16% de todos os artigos, deve-se destacar que o índice caiu em praticamente 100% quando comparamos com os resultados do artigo anterior. Nos trabalhos abordados, os conceitos de Ótica ficam com 21,8%, seguido dos que referem-se a Eletricidade e Magnetismo com 20,7%, os percentuais são praticamente iguais nas duas tabelas. Outro fator curioso é que estas três áreas de conhecimento correspondem a 68,2% de todas as publicações pesquisadas, provavelmente a queda do percentual da Mecânica se deva a uma “saturação” de experimentos nesta área. Como destaque, observado nas duas pesquisas, apenas 7,4% refere-se a Física Moderna, ou seja, não houve nenhuma alteração. Esse baixo índice deve-se ao fato do tema ser pouco abordado no Ensino Médio: “..em grande parte, pelas deficiências formativas dos professores.” (Abid, Araújo, 2002). Em última análise constata-se que as publicações abordando outros tópicos da Física são bem tímidas. Contudo os trabalhos analisados são de boa qualidade e podem ser utilizados em laboratórios de Física sem grandes sofisticções, alguns experimentos podem ser usados na própria sala de aula. Em qualquer área de conhecimento, os artigos mostram que a utilização da instrumentação possibilita um excelente estímulo aos alunos e facilita a compreensão de conceitos relativos à Física.

Diferentemente do artigo utilizado como referência, onde foi feito uma análise minuciosa das publicações quanto aos aspectos metodológicos. O trabalho complementar elaborado para esta dissertação, faz uma análise superficial das publicações, embora não sejam analisadas e agrupadas as publicações quanto à ênfase matemática, grau de direcionamento (demonstração, verificação ou justificação), uso de novas tecnologias, cotidiano e montagem de equipamentos, como o trabalho de Araújo e Abid, os artigos pesquisados são citados no anexo V em resumo e em ordem cronológica de publicação.

Pode-se verificar que existe muito material disponível para professores que desejam utilizar a instrumentação como estratégia de ensino. Além disso, há muita facilidade de obtenção dos artigos, a custo praticamente nulo, utilizando-se a Internet como fonte de busca. Também, pode-se observar que os trabalhos sinalizam novas direções para utilização da instrumentação: dentro da sala de aula, quando não existe o laboratório apropriado, e utilizando materiais de baixo custo, quando os recursos são escassos. Os artigos são claros e objetivos tornando-se assim acessível aos profissionais, independente de sua área de atuação e das dificuldades por eles encontradas.

Apesar dos artigos analisados apontarem que a instrumentação não é a solução para todas mazelas do ensino de Física, o trabalho experimental pode ser um método de ensino eficaz. Contudo, não se deve ser ingênuo a ponto de se acreditar que a simples manipulação de equipamentos, a verificação da validade de conceitos físicos, execução de medidas e montagem de experimentos solucionem graves problemas com relação ao ensino de Ciências

no Brasil. Mesmo atividades investigativas executadas dentro do laboratório (ou em sala de aula), não apresentam sempre os resultados esperados. Acreditar que o uso do laboratório de Física (de Ciências) por si só mudará o aprendizado dos alunos é um equívoco. Por outro lado, pesquisas mostram que a prática experimental pode melhorar consideravelmente o aprendizado dos alunos (Borges, 2002).

Em nenhum desses artigos foi verificada abordagem histórico-filosófica juntamente com a atividade prática. Nenhum deles também abordou o desenvolvimento de um aparato histórico, mesmo aqueles que reproduziram experimentos do início do século XX, não exploraram o histórico do dispositivo.

I.2- Uma Visão Geral do Laboratório de Ciências no Mundo Atual:

As últimas pesquisas revelam que o laboratório de Ciências ainda tem amplo campo para a pesquisa e busca de novas tecnologias de ensino. Independente do nível de ensino, muito ainda há no que se melhorar, seja com uso de História da Ciência, simulações e laboratórios remotos. Sendo ainda válido mencionar que a utilização de uma ou mais destas metodologias não garante o sucesso com relação a mudanças conceituais dos alunos. O meio onde será implementado o trabalho, o nível de conhecimento apresentado pelos alunos, os materiais, infra-estrutura, dedicação dos professores, a grade da escola, entre outros, são fatores que alteram os resultados obtidos. Está-se longe de se conseguir uma atividade prática ideal, talvez nunca seja essa atingida, mas com certeza, as pesquisas realizadas nesta área contribuem decisivamente para a melhoria do ensino das Ciências.

A seguir será apresentado um resumo das tendências mundiais para o laboratório de Ciências, fazendo uma comparação entre: o uso ou não do laboratório, o uso da simulação, laboratório remoto e Hands-on, explicitando os prós e contra de cada um.

As concepções atuais consideradas do uso do laboratório:

Alguns autores (Trumpe, 2003) analisando a relevância da instrumentação para o ensino afirma: “É duro imaginar aprender fazer Ciência, ou aprender sobre Ciências, sem fazer laboratório ou trabalho de campo.”. Ainda segundo Trumper, “Os laboratórios são maravilhosos locais de encontro para ensinar e aprender Ciências. Oferece aos estudantes oportunidades para pensar, discutir e resolver verdadeiros problemas”.

Como se menciona nesta dissertação, a economia de verba e a falta de espaço e profissionais habilitados para a instituição de ensino, por vezes prejudica a utilização de um laboratório. Não obstante, instituições de Ensino Médio e Fundamental da atualidade vangloriam-se por não oferecer estas oportunidades a seus alunos como opção de aprendizagem, seja pela simples visão contábil baseada no custo-benefício, seja pela visão de seus professores por “terem [estes] uma postura errada da natureza da Ciência e de não

saberem qual é o papel do laboratório no ensino de Física” (Thomaz,2000, apud Kanbach et al., s.d.).

Num esforço entendido aqui como àquele de convencimento em favor da adoção do laboratório, Costa (2007) declara:

“Nesta parte de meu trabalho tento mostrar o laboratório de Física como um espaço que permite que a aprendizagem se efetive de maneira significativa e prazerosa, pois aulas práticas ajudam a desenvolver o raciocínio dos alunos. Nas aulas com experimentos, os alunos têm a possibilidade de criar hipóteses, testá-las e confirmar ou não os resultados, passando de um mero espectador para um ser ativo, possibilitando-o investigar situações onde ele pode colocar em a prática seus conhecimentos”.

I.3- Laboratório Convencional ou Aberto:

O laboratório convencional ou estruturado é a concepção mais antiga com relação a utilização do laboratório de Ciências. Nesta estratégia de uso do laboratório o aluno recebe instruções que o guiam através de um procedimento destinado a produzir certos resultados específicos. Outra possibilidade é uma atividade completamente não estruturada, laboratório aberto. Neste caso, simplesmente um problema é apresentado ao aluno e este é deixado inteiramente livre para usar o procedimento que lhe aprouver, organizar seus próprios dados e chegar as suas próprias generalizações. Portanto, a primeira dessas atividades, denominada "laboratório estruturado", dá ao aluno procedimentos. A segunda, denominada "laboratório não estruturado", simplesmente especifica o objetivo e deixa o procedimento a cargo do aluno. Por exemplo, o laboratório estruturado enfatizaria a verificação experimental dos princípios Físicos enquanto que o não estruturado encorajaria a redescoberta desses princípios. Por outro lado, laboratório estruturado não deve ser pensado como sinônimo de "receita de bolo", pois deve levar o aluno a pensar sobre o procedimento que segue, nem o laboratório não estruturado deve ser necessariamente, pensado como totalmente desestruturado.

Num estudo comparativo entre os resultados obtidos por estudantes submetidos a um laboratório estruturado e um laboratório aberto, Gonçalves e Moreira (1980), foram levados a rejeitar inicialmente a hipótese de haver, estatisticamente, diferenças significativas em relação aos dois métodos.

Para os autores, a teoria de Ausubel indicaria que o laboratório estruturado teria rendimento superior ao aberto, pois segundo Ausubel: “o importante para que a aprendizagem seja significativa é a preexistência de uma estrutura cognitiva adequada.” (Ausubel, apud Gonçalves e Moreira, 1980), e comentam: “poder-se-ia, em princípio, concluir que no caso de ensino convencional em grupo, o laboratório estruturado é mais eficiente do que o não estruturado em termos de aprendizagem de conteúdo.” Contudo a pesquisa dos autores mostrou não haver diferença relativa a conhecimentos ganhos nos dois métodos.

Por último, conclui os autores dessa pesquisa em relação aos dois grupos:

“... Nas condições em que foi conduzida a pesquisa, o laboratório estruturado mostrou-se pelo menos tão eficiente quanto o não estruturado em relação à aprendizagem de conteúdo a partir da atividade laboratorial. A implicação prática dessa conclusão é que a utilização do laboratório estruturado, a qual se recorre muitas vezes a contragosto como única maneira de atender um grande número de aprendizagem de conteúdo é plenamente justificada....”.

I.4- A Utilização do Laboratório Aberto:

Desde 1993, D. G. de Moura e A. F. F. Higino, do CEFET-MG, buscando inovar, vêm introduzindo nas atividades do Laboratório de Física I, disciplina de Física Geral dos Cursos de Engenharia Industrial Elétrica e Mecânica, a proposta de “*Laboratório Aberto de Física*”, como parte do projeto global denominado *LACTEA - Laboratório Aberto de Ciências, Tecnologia e Arte*.

Os objetivos da proposta são:

- “1. Proporcionar aos alunos o desenvolvimento de atividades do tipo “laboratório aberto”, contrapondo-se à ênfase tradicional de atividades calcadas em temas e roteiros prefixados associados à utilização de materiais e equipamentos previamente dimensionados e preparados pelo professor. Propõe-se substituir as aulas tradicionais de laboratório por atividades de realização de projetos ou trabalhos práticos livres, mas orientados, escolhidos de comum acordo com o professor, a serem desenvolvidos por grupos de alunos durante o semestre letivo, com apresentação dos resultados ao final do curso. Tais projetos ou trabalhos práticos devem conter aspectos relacionados de algum modo a elementos de conteúdo constantes do programa formal da disciplina;
2. Promover, junto à comunidade de alunos e professores dos cursos de engenharia, os resultados obtidos com a aplicação desta metodologia, tomando-se como primeira instância para essa promoção a divulgação, no âmbito dessa comunidade, os melhores projetos e trabalhos práticos realizados;
3. Propiciar, junto à comunidade de alunos e professores do CEFET, o incentivo e a realização de estudos e debates sobre aspectos e temas relacionados, direta e indiretamente, ao desenvolvimento da nova metodologia;
4. Documentar o processo desenvolvido em função dos objetivos e metas propostos, publicando os resultados alcançados.”

Para que se tenha a dimensão da proposta acima referenciada deve-se levar em conta o que diz Borges (2002), em seu artigo “Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências”:

“[...] em uma investigação aberta, cabe ao estudante toda a solução, desde a percepção e geração do problema; sua formulação em uma forma suscetível de investigação; o planejamento do curso de suas ações; a escolha dos procedimentos, a seleção dos equipamentos e materiais, a preparação da montagem experimental, a realização de medidas e observações necessárias; o registro dos dados em tabelas e gráficos; a interpretação dos resultados e enumeração das conclusões” (Borges, 2002).

Pode-se observar que trabalhar com uma metodologia de laboratório aberto na graduação parece mais simples e viável que no Ensino Médio. Isto talvez seja uma visão

reducionista da Ciência, por privar alunos deste nível de ensino de desenvolver competências e habilidades essenciais para sua vida. Tem-se impressão que o laboratório não-estruturado deve ser uma metodologia aplicada somente aos graduandos de Física e Engenharia (Física Aplicada), conforme Moura e Higino, 1996:

LACTEA - Laboratório Aberto de Ciências, Tecnologia e Arte, que se propõe com uma outra metodologia, dar nova percepção às práticas experimentais de modo a permitir que as demandas criadas pelas atuais tecnologias da informação e da computação (TIC), possibilitem uma preparação de Ciências e tecnologia que favoreça o crescimento de competências essenciais àqueles estudantes que, por comporem o quadro discente da Instituição, estão predispostos e conscientemente submissos a formação integrada à visão CTS, aliás, como assim exige os dias de hoje.

Porém, a preparação as Ciências deve ser iniciada bem antes da graduação. Borges também vê muitas dificuldades na implementação de um laboratório totalmente aberto para alunos do Ensino Médio. Sugere que esta metodologia seja: “adotada na formação de professores”, pois, continua: “Ser muito difícil para estudantes sem conhecimento de conteúdo e sem experiência anterior com laboratório”. Talvez esteja neste ponto um dos maiores problemas educacionais do nosso país, por que os alunos do Ensino Médio não têm um bom “conhecimento de conteúdo”? E por que não têm “Experiência anterior com laboratório”?

I.5 - Laboratórios de Manipulação, Simulação e Remoto.

Tendo por base algumas discussões já travadas sobre o uso do laboratório didático por outros pesquisadores, faz-se aqui uma discussão de algumas vantagens e desvantagens do laboratório de manipulação (ou experimentos concretos) versus o uso de simulações por computador (experiências realizadas com o auxílio de modelos). Outro tema a ser discutido é o da nova modalidade, o laboratório remoto (virtual ou não). Interessante ressaltar que é oportuna esta comparação entre estas concepções por estar diretamente relacionada com a elaboração do aparato experimental desenvolvido nesta dissertação de mestrado.

Um dos parâmetros para essa avaliação será a resolução da *American Association of Physics Teacher – AAPT* (Associação Americana de Professores de Física), que propôs as metas de introdução do laboratório de Física. Essas metas direcionam o trabalho dos professores de laboratório para determinados objetivos educacionais importantes e para o pleno desenvolvimento técnico-científico dos estudantes. São estes:

Objetivo I:

“*A arte da experimentação*”: O laboratório introdutório deve orientar o estudante para o processo criativo do laboratório, fazendo com que este se envolva com o desenvolvimento e elaboração de experimentos e não apenas o manuseio dos equipamentos de forma puramente mecânica e operacional.

Objetivos II:

“Habilidades Experimentais e Analíticas”: O laboratório deve ajudar o estudante a desenvolver habilidades técnico-operacionais de manuseio de equipamentos, montagem de experimentos e avaliação da confiabilidade da montagem, sendo aconselhável que este estudante use muitos tipos diferentes de instrumentos básicos de laboratório para fazer observações.

Conclui-se, então, que o uso de computadores é aconselhável para a coleção, análise, e exposição gráfica dos dados sendo uma ferramenta importante para um curso inquérito, baseado na investigação científica. Entretanto, as simulações em computador não devem ser usadas como substitutos das experiências diretas como instrumento da (Am. J. Phys, 1998).

Objetivo III:

“Aprendizagem Conceitual”: O laboratório deve ajudar na construção dos conceitos básicos principais da Física.

Objetivo IV:

“Compreendendo a Base do Conhecimento na Física”: O laboratório deve também ajudar os estudantes a compreender o papel da observação direta na Física e a distinguir entre as inferências baseados na teoria e nos resultados das experiências.

Os estudantes devem compreender que a evidência experimental é à base de nosso conhecimento das leis da Física e que a Física não é meramente uma coleção das equações e dos problemas dos livros textos.

Objetivo V:

“Habilidades de Aprendizagem Colaborativa”:

Esses parâmetros educacionais refletem a posição unânime de desaconselhar o uso de laboratórios no esquema tradicionalmente usado, pelo seu impacto negativo sobre a aprendizagem dos estudantes. As principais críticas que se faz a estas atividades práticas é que elas não são efetivamente relacionadas aos conceitos físicos. Muitas delas não são relevantes do ponto de vista dos estudantes, já que tanto o problema como o procedimento para resolvê-lo está previamente determinado. As operações de montagem dos equipamentos, as atividades de coleta de dados e os cálculos para obter respostas esperadas consomem muito ou todo o tempo disponível. Com isso, os estudantes dedicam pouco tempo à análise e interpretação dos resultados e do próprio significado da atividade realizada. “Além de sua completa inadequação pedagógica, sua fundamentação epistemológica é equivocada” (Hodson,1988; Millar,1991, apud Borges,2002).

A concepção empirista-indutivista da Ciência, a qual (Chalmers,1993) denomina de indutivismo ingênuo, assume que o conhecimento científico é a verdade provada ou descoberta. Além disso, representa o método científico como um algoritmo infalível, capaz de produzir conhecimento cientificamente provado, começando com observações objetivas e neutras, formulação de hipóteses, comprovação experimental e generalização das conclusões.

Não há dúvidas da importância do laboratório didático, porém, da maneira com que vem sendo desenvolvido o ensino laboratorial a sua utilidade tem sido bem pouco proveitosa.

“Entretanto, mesmo nos países onde a tradição de ensino experimental está bem sedimentada, a função que o laboratório pode, e deve ter, bem como a sua eficácia em promover as aprendizagens desejadas, têm sido objeto de questionamentos, o que contribui para manter a discussão sobre a questão há alguns anos” (Woolnough,1991; White,1996, apud Borges,2002).

Outra modalidade de laboratório é a de simulações por computador. O desenvolvimento cada vez mais rápido da computação está mudando a natureza do trabalho científico e é inevitável, e até desejável, que a computação passe a fazer parte do processo educacional. Um grande tema de discussões é a questão do laboratório de manipulação contra o laboratório simulado.

Há evidências de pesquisas sugerindo que o uso de computadores, como ferramentas de laboratório, oferece novas maneiras para ajudar os estudantes na construção de conceitos físicos (Linn, Songer, Lewis e Stern,1993, apud Borges,2002) e permitem aos estudantes planejarem seus próprios experimentos.

Com o laboratório virtual possibilitado pelas simulações, há a facilidade de os estudantes dedicarem menos tempo aos procedimentos e detalhes das medições e se prenderem mais a interpretação e formulação de hipóteses sobre os dados obtidos, objetivando claramente o objetivo III das metas da AAPF.

Ambientes desse tipo fornecem oportunidades para propor e refinar questões, fazer e testar previsões, formular planos para experimentos, coletar e analisar dados, além de contribuir para reforçar a habilidade em interpretar gráficos e resultados.

Por outro lado os objetivos I e II são claramente preteridos por essa modalidade de laboratório.

Além disso, a introdução de laboratórios remotos adiciona uma terceira categoria ao debate. Essa modalidade trás grandes vantagens econômicas, devido à relação custo-benefício ser muito favorável. Apesar de o investimento para a montagem de um laboratório remoto ser alto, é grande o número de estudantes que podem ser atendidos.

Ainda não há dados suficientes para analisar a eficiência dessa modalidade, porém, novamente se perde a atuação direta dos alunos nos equipamentos, assim como no caso das

simulações. Mas nesse caso os experimentos não são simulados, mas reais, porém à distância.

Mesmo os laboratórios manipuláveis são mediados freqüentemente pelo computador, de modo que raramente há uma experiência manipulável pura para estudantes. Consequentemente pode-se realmente falar sobre graus relativos de manipulação, de simulação, e de remotividade. Além disso, a pesquisa no psicológico sugere que a opinião e as experiências dos estudantes podem ser determinadas mais pela natureza das relações do que pela realidade objetiva da tecnologia do laboratório. Esta é uma questão complexa; pode ser que os laboratórios manipuláveis sejam importantes inicialmente para estabelecer a ligação entre os processos experimentais e as teorias, já os laboratórios remotos, ou a exatidão das simulações, para um estudo mais avançado de laboratório.

I.6 – Vantagens e Desvantagens de Fazer uma Simulação ou uma Experiência Concreta:

Outro fator importante para professores de laboratório de Física do Ensino Médio é ficar atento com relação às vantagens e desvantagens pertinentes a qualquer uma das concepções do uso de laboratório adotado. Adequar as aulas para que ocorram aprendizagens significativas para os alunos, independe de se utilizar experiências concretas ou simulações. Diante disso, faz-se necessário uma escolha da estratégia de ensino que seja a mais adequada à atividade prática a ser desenvolvida, seja na Mecânica, na Termologia, na Eletricidade ou em outros temas. A seguir apresenta-se um quadro comparativo entre estas concepções e autores aqui discutidos:

Quadro I.1 –

TARCISO	AAPT	Hands-on, Simulate, Remote	ABET
Verificar (comparar) Leis e Teorias Científicas	A arte da experiência	Entendimento conceitual	Ilustrar conceitos e princípios
Ensinar o Método Científico	Habilidades experimentais e analíticas	Habilidades de concepção e planejamento	Habilidade para projetar e investigar
Facilitar aprendizagem e compreensão de conceitos	Aprendizagem de conceitos	Habilidades sociais	Entender a Natureza das Ciências (Espírito Científico)
Ensinar habilidades práticas	Entendimentos da base do conhecimento de Física	Habilidades profissionais	Habilidades sociais
	Desenvolver habilidades de trabalho colaborativas		Habilidades técnicas e procedimentais

Fonte: feita pelo mestrando.

Entende-se que a utilização de apenas uma das concepções, simulação ou experiência concreta, não é a estratégia ideal para o ensino da prática na Física. Artigos mais recentes, (Borges-2002, AAPT-1998, Phys-1998, Jing/Nickerson-2006), discutem estas concepções do uso de laboratório ideal para o ensino, revelam que a concepção escolhida [manipulação direta (hands-on), simulação ou laboratório remoto] para utilização em sala de aula não é a solução para o problema do ensino de Ciências. Qualquer que seja a concepção, desde que bem desenvolvida, pode atingir os objetivos desejados pelos professores.

Diante das pesquisas realizadas por este trabalho, optou-se em desenvolver como estratégia do uso do laboratório a experiência concreta aberta. A experimentação concreta, as hands-on, são importantes no desenvolvimento de atividades laboratoriais, como é citado anteriormente por vários autores. A opção da utilização de um laboratório não estruturado, ou aberto, pode produzir mudanças significativas importantes nos alunos, isto porque têm liberdade para pensar, questionar, criar situações-problemas, buscar soluções, etc.

I.7 – Conciliando o laboratório de Ciências com a História e Filosofia

A justificativa para busca de discussões histórico-filosóficas, juntamente com a construção de experimentos históricos simples no laboratório de Ciências, deve-se ao fato de possibilitar uma estratégia diferenciada às bibliografias atualmente publicadas. Estas

discussões podem modificar as concepções erradas dos alunos com relação à Ciência, possibilitando-os visualizar as Ciências como uma disciplina integrada com as demais e “quebrando” a visão de uma disciplina isolada e descontextualizada das outras estudadas no Ensino Médio (Matthews, 1995).

A formação no curso de graduação em Física ou outra Ciência exata, tanto na licenciatura e muito menos no bacharelado, não habilita o graduando a elaborar atividades práticas de laboratório nem a formulá-las com base num referencial teórico e muito menos com uma visão histórico-filosófica. Com isso, a maioria elabora atividades experimentais reducionistas nos quais fazem confirmação de teorias, reproduzem experiências historicamente elaboradas por grandes cientistas e reproduzem relatórios fechados, estruturados sem liberdade de investigação pelos alunos.

Em geral, estes roteiros não apresentam embasamento pedagógico, e, não fazem menção à História da Física ou às mudanças sociais e filosóficas provocadas pelo desenvolvimento das Ciências.

Em meio ao cenário exposto, esta dissertação busca utilizar a História e a Filosofia da Ciência como ferramenta de aproximação entre a Ciência e estes conteúdos. Esta metodologia de ensino pode contribuir para mudanças conceituais significativas, tais como: tornar as atividades laboratoriais mais abertas, pois discute-se questões históricas e filosóficas relacionadas com o experimento; desfazer uma visão errônea da Ciência em que acredita-se que os aparatos e dispositivos foram construídos pela genialidade de um único cientista;

Discussões históricas e filosóficas podem subsidiar a quebra do paradigma de que a Ciência é uma soma de descobertas isoladas realizadas por importantes cientistas. Estas também podem mostrar como avanços científicos transformam a sociedade e as relações humanas (Matthews, 1995).

Ao promover a construção de aparatos históricos simples, busca-se um caminho para tornar possível entender princípios básicos das Ciências, da Física em particular. Estes aparatos são precursores de equipamentos atuais, que devido a revolução tecnológica, tornaram-se extremamente miniaturizados, e de difícil compreensão. Os aparatos históricos não possibilitam resultados surpreendentes, mas compensam isso por sua simplicidade, principalmente para identificar os componentes e sua função no aparato experimental, e através deles, os princípios físicos desenvolvidos durante a construção e funcionamento.

Esta estratégia parece oportuna no sentido de possibilitar maior integração entre as disciplinas, independentes da área de conhecimento. Ainda desenvolve discussões de temas do cotidiano dos alunos, promove a curiosidade por assuntos científicos.

Capítulo II - A Viabilidade da Construção de um Transmissor de Ondas Eletromagnéticas

Os fundamentos desta pesquisa estão no “Arco de Poulsen”, um transmissor rudimentar que em 1904 emitiu ondas contínuas de alta frequência, e com isso foi possível modular e transmitir a voz humana. “Após a realização da telegrafia sem fio por sinais Morse, todos inventores se dedicaram ao estudo das Ondas Hertzianas no sentido de se conseguir pelo mesmo processo a transmissão dos sons e particularmente da voz.” (Nobre, 1927). Isto foi possível porque Hertz havia conseguido anteriormente produzir ondas eletromagnéticas, através de um centelhador elétrico, e captá-las em um arco, que ficou conhecido como: “Arco de Hertz”. Entre os vários pesquisadores, técnicos e engenheiros que buscavam incessantemente transmitir a voz humana por meio destas ondas, um que merece destaque, e, é pouco comentado historicamente, é Valdemar Poulsen (1869/1942), engenheiro elétrico e inventor dinamarquês nascido em Copenhague (Nobre, 1927), bibliografia anexo III.

Buscou-se, através da utilização de equipamentos históricos científicos, desenvolver uma metodologia com uma didática inovadora, onde, juntamente com uma pesquisa histórico-filosófica, uma atividade experimental de construção fosse desenvolvida pelos alunos. A atividade de experimentação deveria ser embasada em uma pesquisa histórica detalhada e minuciosa do aparato a ser montado. Esta pesquisa realizada pelos alunos deveria desenvolver os conceitos físicos que tornaram possível a construção dos transmissores de ondas eletromagnéticas, onde a transmissão da voz humana era transmitida sem uso de fios. O aparato a ser montado deveria ser semelhante ao construído por Poulsen. Embora, existam atualmente inúmeras literaturas em revistas sobre eletrônica, onde são montados transmissores de OEM, o objetivo desta dissertação vai além da simples construção do dispositivo. Nestas revistas o objetivo maior é o funcionamento, utiliza-se diodos, transistores e amplificadores operacionais, o que torna difícil sua compreensão por um leigo.

Busca-se, desenvolver nestes alunos o interesse pela História da Ciência e da Física, verificar como a Ciência produz mudanças sociais e filosóficas e como devem valorizar as descobertas científicas e os cientistas que contribuíram para a construção final de uma nova tecnologia, e, finalmente, promover mudanças conceituais com relação à Ciência. Tem-se como objetivo neste trabalho de dissertação dar subsídios para mudanças no Ensino das Ciências e da Física no Ensino Médio.

II.1 – O Transmissor de Ondas Eletromagnéticas (OEM):

Com o auxílio do professor Francisco Martins, instrutor de eletrônica I e II e telecomunicações do Senai de Juiz de Fora, foi desenvolvido um protótipo de transmissor de OEM, baseado no de Poulsen.

A tentativa inicial era a montagem de um aparato idêntico ao construído pelo engenheiro dinamarquês Poulsen. Isto não foi possível devido a algumas peculiaridades deste projeto, principalmente com relação aos materiais usados na época.

Após um longo período de pesquisa histórica, durante aproximadamente seis meses no ano de 2007. Foi iniciada, pelo mestrando, a construção do transmissor de telefonia sem fio (T.S.F.) “nos moldes” do “Arco de Poulsen”. A primeira montagem do aparato experimental encontra-se na figura a seguir:



Figura II. 1 -

A inviabilidade de construção do experimento idêntico ao construído por Poulsen deve-se a falta de material adequado e ao fato dos componentes utilizados na construção do transmissor não serem atualmente encontrados. A primeira montagem funcionou muito mal, só transmitiu ruído, mas isso ocorreu também com o aparato original “... é muito imperfeito, não se usa mais...” (Dumont, 1927). Os sinais transmitidos não foram de boa qualidade naquela época, e não foram também neste primeiro protótipo. A figura a seguir é uma reprodução do livro “Tratado de Física elementar”, por Francisco Ribeiro Nobre – 1927. Foi este o esquema seguido na elaboração do aparato.

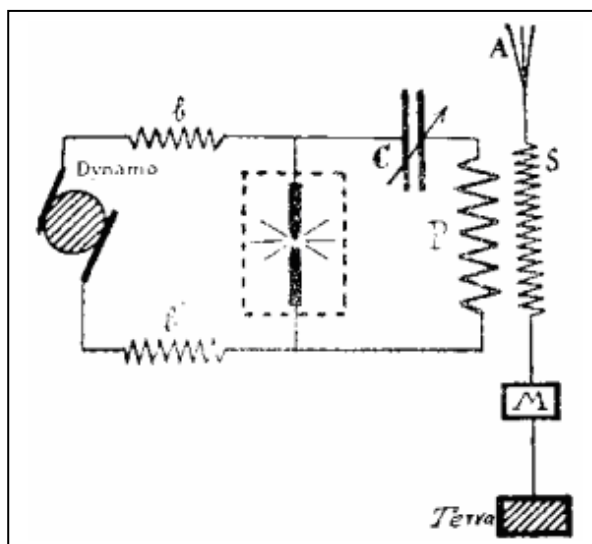


Figura II. 2 –

O centelhador (que na figura está representado dentro do retângulo tracejado), por exemplo, não foi encontrado, trata-se de um dispositivo que quando submetido a uma ddp adequada, entre dois grafites, produz uma faísca contínua, esta faísca é responsável por produzir a onda primária que auxilia a transmissão do som. O dispositivo foi substituído por uma lâmpada Neon.

Em uma segunda bibliografia: “FÍSICA”, Curso secundário – Nova edição, por Irmão Isidoro Dumont, março de 1927, Livraria Francisco Alves, o mesmo dispositivo é apresentado como: “Arco Cantante”. No texto é citado Poulsen como seu idealizador: “O Arco Cantante, imaginado pelo dinamarquês Poulsen, foi o primeiro aparelho que deu resultados práticos para radiotelegrafia. Entretanto, é muito imperfeito, não se usa mais; é citada apenas a título histórico e em toda parte é substituído pela lâmpada eletrônica.”

Uma figura deste Arco também foi utilizada para auxiliar a montagem do dispositivo, a página 624 do livro apresenta um esquema:

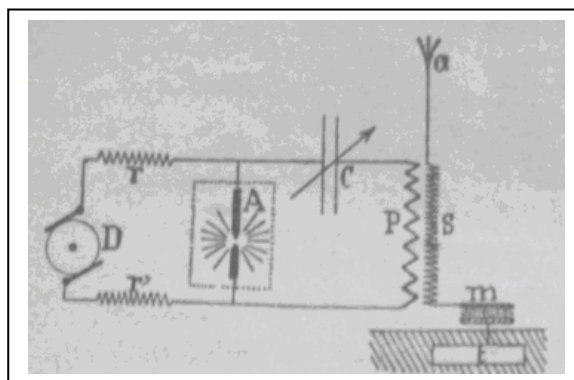


Figura II. 3 –

Durante as análises, estudos, montagens experimentais e visitas ao Senai (no ano de 2007), concluiu-se que haveria necessidade de modificações no projeto de Poulsen. Alguns componentes foram substituídos por outros mais modernos. Um transistor C308 foi introduzido no circuito para amplificar o sinal de transmissão. Dois capacitores foram também implementados ao circuito, pois atualmente há necessidade de se filtrar a frequência desejada. Isso não era um problema para Hertz, Poulsen, Marcone e outros.

Concluiu-se que a idéia inicial da elaboração desta nova tecnologia de ensino não seria de maneira nenhuma alterada com uma montagem de um aparato não-idêntico ao “Arco de Poulsen”. O aparato experimental continuaria tendo como objetivo a produção de ondas eletromagnéticas, capaz de transmitir, sem fio, a voz humana. Além disso, continuaria com caráter histórico e obviamente científico. No mês de dezembro de 2007, o segundo protótipo do transmissor foi construído. Ao testá-lo, verificou-se que alguns ajustes foram necessários: utilizar uma antena de boa qualidade; a substituição de resistores e capacitores por outros de valores nominais diferentes; utilizar uma bobina melhor (fabricada em série) ou melhorar a confecção da construída rudimentarmente (pelo mestrando); utilizar um capacitor variável com maior variação (para possibilitar/evitar as frequências de rádios locais).

No início de 2008, o primeiro transmissor “modificado”, 3º protótipo, foi testado dentro do SENAI e não funcionou adequadamente. Seu sinal foi captado em um rádio portátil comum, porém a voz não foi transmitida como se esperava. A seguir uma foto do segundo equipamento montado (com algumas modificações) dentro do laboratório de Física do Colégio Granbery e no Senai:



Figura II. 4 –

Outras modificações foram necessárias no aparato, a bobina enrolada manualmente, foi substituída por uma de melhor construção, retirada de um rádio velho. O capacitor variável também teve que ser substituído por outro de maior faixa de variação. Finalmente, uma antena telescópica foi introduzida no equipamento e um alto falante de melhor qualidade, utilizados nos computadores comuns, substituiu o anterior. Pode-se observar nas fotos: as bobinas e capacitores variáveis, a rudimentar juntamente com um capacitor de pequeno ajuste (Figura III.5) e a retirada de um rádio juntamente com um capacitor variável, antigo, de grande variação (Figura III.6) e o rádio portátil utilizado (Figura II.7):



Figura II. 5 –



Figura II. 6 –



Figura II. 7 –

Após toda pesquisa realizada e vários encontros no Senai para ajustes do transmissor, o equipamento funcionou perfeitamente, dentro de suas limitações. O teste foi realizado no laboratório de eletrônica do Senai. A voz foi transmitida num raio de aproximadamente dez metros. Este teste foi realizado em janeiro de 2008.

CAPÍTULO III - Descrição da Aplicação do Projeto

III.1 – Implementação do Projeto na Escola:

Verificado a viabilidade de construção do aparato (semelhante ao de Poulsen), verificada ainda a importância e possível aplicabilidade desta nova tecnologia de ensino e sua validade para o desenvolvimento da Ciência e mudança conceitual no Ensino da Física, optou-se por procurar a melhor maneira (projeto), para inserir este trabalho em turmas de Ensino Médio. Conclui-se que o trabalho poderia ser realizado neste grau de ensino, desde que houvesse interesse dos alunos, da escola e do professor.

Como estratégia de aplicação do produto, foi utilizado um projeto desenvolvido no Colégio Metodista Granbery, em Juiz de Fora. O projeto tem como objetivo a apresentação inicial de uma atividade de iniciação científica no Ensino Médio. No ano de 2008 foi realizado a 3º Jornada de Iniciação Científica do Colégio Granbery. O uso desta metodologia de abordagem apresentou várias distorções interessantes. Uma, básica, é que através deste trabalho foi possível o desenvolvimento das atividades fora dos horários tradicionais das aulas e, conseqüentemente, não interferindo no desenvolvimento do programa de disciplinas normais. Numa segunda análise verifica-se a não obrigatoriedade de participação dos alunos no desenvolvimento dos projetos, embora alguns pontos extras tenham sido oferecidos a estes alunos após apresentação do trabalho final. É importante ressaltar que a relação entre o desenvolvimento das atividades escolares gerais e a preocupação dos alunos com a nota final, muitas vezes, atrapalha a obtenção e o desenvolvimento dos conceitos básicos das Ciências.



Foto atual do Instituto Metodista Granbery

Avaliar é primordial em todos os níveis de ensino e práticas pedagógicas, inclusive nas atividades de instrumentação. Assim, a utilização dessa metodologia foi oportuna no sentido de que a avaliação foi feita por uma banca examinadora composta pelo professor orientador, um professor especialista sobre o tema, um professor de Física da Instituição e finalmente um professor de uma área diversificada. Com isso, a avaliação não foi pessoal (do professor-orientador). Isto deu maior credibilidade ao trabalho e o coloca como possível referência para análises posteriores, análises que não teriam muita credibilidade se a avaliação fosse exclusiva do professor-orientador (mestrando).

O caminho escolhido, além do que já foi exposto, teve um alto grau de risco. Ao se colocar o tema “Ondas Eletromagnéticas” no mural do Ensino Médio, em meio a mais de 40 temas bem mais conhecidos, conforme se pode verificar no cronograma da Jornada, anexo III, temas como Aquecimento Global, Tráfico, Literatura Brasileira, Computador e Internet foram rapidamente selecionados. O tema sugerido não era do conhecimento dos alunos de 1º e 2º ano do Ensino Médio. O número de alunos participantes do evento foi o seguinte: quatro turmas de 1º ano, total 123 alunos, e três turmas do 2º ano, total de 85 alunos. A soma final dos alunos que tiveram como opção desenvolver um trabalho científico foi de 208 alunos, e a participação era voluntária.

Após alguns alunos terem procurado o professor-orientador para maiores informações com relação ao desenvolvimento do trabalho, três grupos foram montados e escolheram o tema. Decorridos três semanas após a apresentação do projeto e tema, como não era permitido que uma mesma série tivesse dois grupos desenvolvendo um mesmo tema, conforme as normas da Jornada que constam no anexo III, aos dois grupos do primeiro ano, que tinham escolhido o tema semelhante, foi sugerido abordar outro tema relacionado com a Física. Um dos grupos optou pelo tema: Resistência do Ar e Aerodinâmica. Sendo assim, dois grupos foram alvos deste trabalho de dissertação: um grupo de quatro alunos (número limite por grupo) da turma 1M2, primeiro ano do Ensino Médio; um grupo de três alunos da turma 2M3, segundo ano do Ensino Médio.

Foi marcado, no dia 30 de maio de 2008 às 14 e às 16 horas, encontros com os grupos, para uma exposição detalhada do tema: OEM e do sub-tema: “Ondas de Rádio e Evolução das Telecomunicações”. Neste encontro também se discutiu os enfoques possíveis para o tema e a viabilidade de realização de atividades experimentais, especificamente, construção de um transmissor de ondas eletromagnéticas (de rádio). Finalmente, montou-se um cronograma de atividades que conciliou os horários dos alunos e do professor-orientador. Os encontros foram marcados, dez encontros sempre nas quartas-feiras. Posteriormente serão apresentadas as datas destes encontros e um relatório das atividades desenvolvidas em cada dia. Para a turma do segundo ano o horário escolhido foi: de 13 às 15hs. Já a turma de primeiro ano o horário foi: de 16 às 18hs. Nestes encontros, diversos assuntos eram abordados, em sua maioria,

relacionados com a Física, e especialmente referentes as transmissões de som e imagem por celular, MP3, Internet, rádio, etc.

III. 2 – Os Encontros Realizados:

Primeiro encontro (11/6/08):

O planejamento do encontro era o seguinte:

- 1- Apresentar um questionário de verificação dos conhecimentos prévios dos alunos, anexo I, este deveria ser entregue na aula posterior;
- 2- Discutir a importância do empenho e dedicação na elaboração do trabalho;
- 3- Promover uma discussão com os alunos que possibilita-se ser feita uma análise das diferenças entre as formas de transmissão de informações (telégrafo, rádio, telefone, etc.) nos últimos 150/200 anos;
- 5- Promover uma discussão filosófica e histórica sobre o século XVII, período onde o dia-a-dia dos europeus passava por uma grande transformação econômica, social e cultural;
- 6- Identificar o porquê do interesse deles no estudo das ondas eletromagnéticas;
- 7- Iniciar um debate sobre a possibilidade ou não de se construir um gerador de ondas eletromagnéticas (OEM) no laboratório de Física;
- 8- Introduzir o livro paradidático como suporte para o desenvolvimento das discussões históricas e filosóficas relacionadas com o avanço da Ciência a partir do século XVII.

Neste primeiro encontro, durante a apresentação inicial do trabalho de pesquisa científica, o professor-orientador deixou evidente a liberdade de expressão dos alunos. Disse aos alunos que o objetivo do trabalho era de aquisição de conhecimento, sem preocupação com a nota final, e que isso só seria possível se eles mudassem de postura, não fossem passivos. Eles poderiam trazer questões técnicas, filosóficas ou históricas para discussão. Além disso, poderiam expor dúvidas do seu cotidiano (seja aquelas oriundas de matérias de noticiários de TV, artigos de revistas ou de especulações individuais). Com relação à pesquisa, foi reiterada a importância do empenho e dedicação na execução da mesma. Também, deixou-se claro que os questionamentos são importantes e seriam respondidos com seriedade.

Para suscitar uma problematização em torno ao tema, foi proposto aos alunos que imaginassem a possibilidade de passarem uns dias sem televisão, celular, MP3 e outras evoluções científicas das aplicações tecnológicas das OEM. Depois de alguns minutos de discussão, os alunos concluíram que não gostariam de ficar nem um dia sem estes recursos. Admitiram ser “dependentes” desses recursos.

A partir da discussão iniciada anteriormente, deu-se continuidade ao primeiro encontro com uma discussão filosófica e histórica sobre o século XVII. Destacou-se que esse foi um

período onde o dia-a-dia dos europeus passava por uma grande transformação econômica, social e cultural, mudanças, muitas delas, oriundas da evolução científica observada. Durante a discussão, percebeu-se que os alunos não conheciam o ambiente sócio-cultural da Europa do século XVII. Isso foi um fator que dificultou o debate, tudo que o professor-orientador apresentava era para eles era uma novidade, na maioria das vezes.

Para concluir essa primeira discussão foi proposto aos alunos que realizassem uma pesquisa sobre o panorama sócio-cultural da Europa do século XVII e lessem o paradidático, *“Faraday e Maxwell – Eletromagnetismo: Da indução aos Dínamos”*, Andréia Guerra/Marco Braga/José Cláudio, Atual Editora – 2004, para que pudessem retomar a discussão de forma mais aprofundada nos segundo e terceiro encontros.

Nesse primeiro encontro, ficou evidente que os alunos possuíam muitas informações, principalmente devido ao amplo uso da Internet. Contudo, relatavam reportagens e artigos sem saber a fonte bibliográfica e a interpretação correta dos assuntos. Eles, na verdade, haviam ouvido falar sobre vários temas relacionados a ondas eletromagnéticas, mas não conheciam nenhum deles.

Os alunos apresentaram muitas dúvidas. Ao contrário das aulas regulares, eles falaram muito, sobre o tema discutido. Apresentavam sempre uma questão, queriam emitir uma opinião. Mesmo quando o professor-orientador começava a trazer uma questão para refletir e aprofundar, eles interrompiam o debate com perguntas e idéias, muitas vezes não conectadas com o assunto tratado naquele momento. Um possível motivo desse posicionamento dos alunos deve-se à mudança do ambiente rotineiro de sala de aula. A utilização de uma metodologia lúdica para o ensino produziu mudanças nas atitudes dos alunos, antes contidas, e neste contexto descontraídas.

A formalidade da sala de aula, o uso de livros didáticos, quadro negro e a resolução de inúmeros problemas em aula, já há tempo tornou-se maçante para o jovem. Os adolescentes estão em busca de novidades e desafios. A linguagem do professor na sala de aula tradicional é diferente da linguagem no laboratório de Ciências. Há pouca liberdade para que os professores das aulas teóricas tenham momentos informais com seus alunos. Motivos não faltam: a necessidade de cumprir a ementa do curso; de preparar os alunos para o vestibular; o tempo escasso, etc.

Não foi possível seguir na íntegra o planejamento para esse primeiro encontro. O fato dele ter sido bastante interativo e o dinamismo dos integrantes do grupo foram os responsáveis pelo não cumprimento do planejamento. Porém a interação com os alunos mostrou que eles tinham interesse no tema, o aluno A perguntou: “Nós vamos entender como funciona estes aparelhos (celular, rádio, TV)?”. Como a resposta foi positiva, ele e os outros se mostraram entusiasmados. O aluno B levantou a seguinte questão: “Como a voz e a imagem “andam” sobre as ondas?” Os outros alunos começaram a propor respostas, a partir do interesse deles

em responder à questão o professor-orientador ressaltou que essa seria uma resposta que poderia ser construída ao longo dos encontros da oficina a partir de uma pesquisa sobre o tema e a construção de um transmissor de OEM (rádio). Percebeu-se que isso animou os alunos a continuar o trabalho no encontro seguinte.

No fim deste encontro o professor-orientador deixou uma questão para os alunos discutirem: “É possível ser construído por vocês um aparato experimental, simples, que possa produzir ondas eletromagnéticas no laboratório de Física”?

O encontro foi encerrado com dúvidas para os alunos, e também para o professor-orientador. Uma delas foi como proceder nos outros encontros para diminuir o anseio dos alunos em respostas imediatas, pois a Ciência não se constrói dessa forma. Assim, coube ao professor-orientador buscar, durante uma semana, possíveis alterações no planejamento dos próximos encontros para focar as discussões nas OEM.

Segundo encontro (18/6/08):

Como não foi possível cumprir o planejamento do primeiro encontro, houve necessidade de reestruturar o cronograma do segundo. Tentou-se evitar os fatores que atrasaram o desenvolvimento das atividades propostas para o primeiro dia da oficina. Uma das estratégias utilizadas foi de limitar os questionamentos dos alunos durante a apresentação do professor-orientador, isso no primeiro momento da oficina. Porém, após a exposição do planejamento do encontro, de maneira sutil, para que não alterasse a dinâmica dos encontros. Os questionamentos sobre as tecnologias modernas, textos da internet, experiências realizadas em programas da TV, experiências pessoais, etc., continuaram a ocorrer. Sendo assim, o planejamento definido foi:

1. Concluir a discussão filosófica e histórica sobre o século XVII;
2. Continuar as discussões, a partir do século XVII, relacionadas com a evolução da Ciência e suas aplicações no modo de vida da sociedade;
3. Verificar se o livro paradidático produziu uma mudança conceitual inicial nos alunos com relação à Ciência;
4. Discutir o questionário distribuído no encontro anterior;
5. Concluir a identificação do porquê do interesse no estudo das ondas eletromagnéticas por estes alunos;
6. Iniciar a verificação e análise da possibilidade de construção de um transmissor de ondas eletromagnéticas, histórico e simples;

No segundo encontro, discutiram-se os questionários respondidos pelos alunos, distribuídos na aula anterior. Porém teve-se o cuidado de não apresentar as “respostas certas”,

mas de expor (valorizar) as construídas por cada um deles, perguntando qual o motivo desta ou daquela resposta. O objetivo não era de produzir um longo debate, mas fazer uma verificação inicial dos conceitos físicos para que se pudesse construir caminhos capazes de problematizar as concepções iniciais.

A primeira questão era se eles tinham alguma idéia de como a voz era transmitida num telefone celular. O aluno D e G não responderam, os alunos A, E e B responderam que era através de OEM, mas não sabiam como ocorria a transmissão do som, finalmente os alunos C e F responderam que a transmissão ocorria por vibração das partículas no ar. Com relação a outra questão: a relação do celular com TV, rádio e internet, quatro deles responderam que havia relação, mas não sabiam explicar. Dois deles disseram que só existe relação entre a internet e o celular, não havia relação com TV e rádio. O último aluno, o aluno D não respondeu. Outra questão procurava analisar o interesse dos alunos, foi perguntado se era importante conhecer essas tecnologias e por que conhecê-las. O alunos G, D, A e E, responderam que tinham curiosidade. Os alunos F, B e C responderam que era importante porque pretendiam seguir seus estudos na área de engenharia.

Foi possível concluir que os alunos tinham interesse em participar do trabalho, mesmo os que não pretendiam seguir nesta área seus estudos. Também verificou-se que o assunto despertava curiosidade neles, embora achassem complexo, queriam entender o funcionamento do celular e também da internet. Além disso, foi possível concluir durante a discussão com relação ao questionário, que por si só eles não pesquisam temas científicos, embora todos tivessem acesso fácil a internet e a livros. Com isso pode-se concluir que existe necessidade de desenvolver estratégias diferenciadas para o ensino das Ciências, consequentemente da Física no Ensino Médio.

Em seguida, foi iniciado um debate sobre o livro paradidático: *“Faraday e Maxwell – Eletromagnetismo: Da indução aos Dínamos”*. Foi selecionada a introdução, o primeiro e segundo capítulo para esta discussão, que já haviam sido lidos pelos alunos em casa.

No primeiro capítulo do paradidático, são apresentados “os antecedentes de uma grande transformação científica e social” (Guerra, 2004), que foi o eletromagnetismo. Discutiu-se com os alunos que a partir do surgimento da Ciência Moderna, inúmeros fenômenos e experiências observadas não podiam ser explicados pelas teorias conhecidas, sendo assim, era necessária além de uma expansão da pesquisa científica, uma interação entre estas e os pesquisadores para que ocorresse a evolução científica. Gilbert (1540-1603), por exemplo, realizou inúmeras experiências e conseguiu ampliar os conhecimentos sobre a eletricidade e o magnetismo. Há ainda neste capítulo um relato sobre outros cientistas do século XVII, suas preocupações e a herança deixada por eles para o século seguinte. Muito se discutiu sobre eles, foi possível verificar que os alunos queriam mais informações sobre cada um, inclusive

mais informações pessoais: “Foi casado?”; “Teve Filhos?”; “Passou a vida toda estudando?”; “Qual era seu hobby?”

Como cada integrante possuía um paradidático, todos acompanharam, atentamente, a leitura do texto e os comentários do professor-orientador, as experiências propostas no livro e as conclusões adquiridas a partir delas. O debate sobre o Mecanicismo despertou muito interesse, a princípio, identificou-se que nem os alunos da primeira série, nem os da segunda tinham nenhum conhecimento sobre o tema. Até então não compreendiam que durante centenas de anos o homem procurou explicar o Universo micro e macroscópico através dos conceitos da Mecânica. Retornou-se ao questionário para analisar a visão “mecanicista” de alguns alunos quando responderam que a voz, no telefone celular, era transmitida através de vibrações mecânicas nas partículas do ar.

Para enfatizar a questão do mecanicismo, discutiu-se com os alunos que, durante o século XVIII, vários filósofos naturais dedicavam-se a estudar fenômenos elétricos. Muitos experimentos eram realizados, muitos artefatos construídos. Nesse processo, um embate entre a visão de mundo mecanicista e não mecanicista foi confrontado com os resultados das investigações de eletricidade. Nesse processo, uns filósofos naturais tentaram “salvar” a Mecânica, outros a atacaram. Contudo fenômenos que evidenciavam a união da eletricidade com o magnetismo (o eletromagnetismo) inviabilizaram as últimas esperanças de manter intacto o mecanicismo. Os alunos ficaram fascinados pelo tema. O aluno C chegou a perguntar: “Porque não aprendemos isto nas aulas teóricas?”. O aluno D quis saber de quem era a propriedade daquele conhecimento: “Quem deveria ensinar isto? O professor de História ou o de Física?”

As discussões e debates sobre o tema mecanicismo foram tantas que surpreenderam, em parte, o professor-orientador. Houve necessidade de uma interrupção nestes debates, ainda que só para este encontro, para tornar possível cumprir o planejamento previsto. Um segundo item bastante debatido foi o trabalho e a experiência de Coulomb (1736-1806). Os alunos identificaram a semelhança entre a expressão para o cálculo da Força gravitacional e Força Elétrica. Isto despertou interesse na discussão da equação, pois já haviam estudado a Força Gravitacional no curso de Mecânica. O aluno C questionou: “Massa é o mesmo que este q (carga elétrica)?” O aluno D comentou: “Porque a distância está sempre ao quadrado?” Com isto foi possível a eles entender o texto do paradidático quando este relata: “No entanto, apesar do esforço dado pelo trabalho de Coulomb às idéias mecanicistas, vários filósofos naturais continuaram suas investigações distantes desse pressuposto.” (Guerra – 2004). Foi possível verificar, por suas expressões faciais e comentários: aluno F: “Muito maneira a aula.”; aluno E: “Show de bola.”; aluno B: “As aulas deviam ser todas assim.”, que a metodologia de ensino adotada neste trabalho: a utilização de um livro paradidático e uma abordagem da Física

contextualizada com a sociedade e com outras disciplinas, pode ser um bom caminho para um ensino significativo da Física para os alunos do Ensino Médio.

Partiu-se, na segunda parte do encontro, para um debate sobre o segundo capítulo do paradidático. Neste capítulo, foi apresentada aos alunos uma pilha semelhante à construída, em 1799, por Alessandro Volta. Discutiu-se um pouco sobre as baterias e pilhas utilizadas largamente no dia a dia. O aluno D perguntou: “Como conseguem guardar energia elétrica numa pilha?”. O físico Galvani (1737-1798) despertou interesse, principalmente com relação aos seus experimentos com rãs mortas. As reações químicas ocorridas numa pilha não apresentaram tanto interesse. Porém, a análise do tópico: Frankenstein e a reconstrução da vida, introduziu muitos questionamentos e debates. Desejavam saber se hoje a história lendária poderia se tornar real, pelas citações a seguir observa-se o ambiente do encontro: Aluno A: “Hoje acho que dá para construir um Frankenstein”; aluno C: “Lá na minha sala tem uns dois (Frankenstein)!”, referindo-se a aparência destes colegas e sendo cômico. Como o capítulo dois não citou claramente as OEM e suas conseqüências tecnológicas, tema a ser trabalhado neste projeto científico, o professor-orientador entendeu que poderia ocorrer um afastamento do foco: as ondas eletromagnéticas. Através desta análise o debate foi encerrado e o planejamento proposto foi retomado: discutir as origens das OEM.

O livro paradidático conseguiu despertar nos membros do grupo maior interesse pela Física (Ciência). Apresentaram uma visão diferente da importância da Física e das Ciências de modo geral. Verificaram que o estudo das Ciências não se resume a aprender os conceitos, utilizar a matemática e resolver problemas. Além disso, a leitura e debate do material conseguiram fomentar discussões filosóficas, antes, na primeira oficina e nas aulas tradicionais, dificilmente percebidas. Além de despertar para leituras científicas auxiliares e focadas em alunos do Ensino Médio (paradidático).

A partir das discussões realizadas, no primeiro e segundo encontro, sobre as ondas eletromagnéticas, as implicações desta tecnologia no modo de vida da sociedade e os avanços científicos possíveis através da comunicação precisa e rápida atual, alguns alunos ficaram interessados em pesquisar os efeitos biológicos da radiação emitida por telefones celular: O aluno E: “Professor é verdade que o celular causa câncer?”, este foi um dos questionamentos citado entre vários outros. Um semelhante do aluno G: “Quem mora perto das antenas (de celular) sofre mais com a radiação?”, e o aluno B: “Afinal em quem vamos acreditar?”

Notou-se que existe uma preocupação, por parte destes alunos, com os possíveis riscos relacionados com o uso dos celulares. Outros questionamentos também foram feitos com relação ao caminho percorrido pela voz (ou imagem) e como ela é transportada. Fica explícito pelo que já foi exposto, que há interesse destes alunos em pesquisar as ondas eletromagnéticas, talvez por este ser um tema presente no cotidiano deles e por comprovarem sua importância e utilidade.

Pelas discussões anteriormente abordadas, os alunos puderam verificar que a construção de um aparato simples que fosse capaz de transmitir OEM, poderiam lhes fornecer as respostas buscadas. Todos acharam que deveriam construir e que isso era possível. O que deve ser ressaltado é que ainda não tinham conhecimentos físicos e nem técnicos para isso. Porém, alguns questionaram o aluno C: "É muito difícil?"; o aluno A: "Dá para construir?"; o aluno F: "Quando vamos aprender a montar uma placa?". Terminou-se o encontro com estes embates.

Terceiro encontro (25/6/08):

Após as duas semanas do primeiro encontro, o orientador concluiu que não era possível fazer um cronograma e um planejamento eficaz para os oito prováveis encontros posteriores. Cada encontro teve que ser planejado a partir de análises do desenvolvimento dos anteriores. Após uma semana de análises do desenvolvimento do segundo encontro, chegou ao seguinte planejamento para este encontro:

1. Iniciar discussão sobre os aparatos histórico-científicos existentes no laboratório de Física, seguindo sugestões dos alunos;
2. Analisar a possibilidade de fazer algumas experiências simples dentro do laboratório, verificar os materiais necessários para construir aparatos simples, listá-los para comprar;
3. Realizar algumas experiências e discutir os conceitos físicos envolvidos, os impactos sociais e suas conseqüências na evolução tecnológica atual;
4. Relacionar os equipamentos e aparatos do laboratório com a produção das OEM.

Desde o primeiro dia de encontro, os alunos mostraram-se interessados em entender o funcionamento de alguns equipamentos presentes dentro do laboratório de Física do colégio:

Equipamentos antigos do laboratório de Física



O aluno D questionou: “Para que serve aquilo?”, indicando um destes dispositivos. O aluno G: “Vamos entender, finalmente, como funciona este aparelhos?”. O “finalmente” dito pelo aluno é devido a perguntas feitas durante as aulas normais de laboratório, e não respondidas. Entre os equipamentos citados estão: esferas e hemisférios isolados; Máquina Elétrica de Wimshurt; Pilha de Volta; Bobina de Ruhmkorf; Garrafa de Leyden. Todos eles foram separados em uma bancada do laboratório para iniciar discussão sobre o funcionamento e finalidade de cada um deles:

Equipamentos selecionados



Máquina de Wimshurst



Pilha de Volta



Após vários questionamentos, do aluno B: “Para que era usada a Máquina de Wimshurt?”, do aluno C: “O que Volta ligava com sua pilha?”, comentários, aluno F: “Pena que não está funcionando.”, do aluno A: “Vamos ligar um rádio nesta pilha de Volta.” e debates sobre cada equipamento e a busca da relação entre estes equipamentos e as OEM, alvo da pesquisa em questão, os alunos verificaram a necessidade de “construir” e testar certos aparatos.

No primeiro capítulo do livro paradidático, alguns experimentos sobre eletrização são apresentados e debatidos. Um “canudinho de refrigerante” foi fixado num aquário por indução, os alunos repetiram o procedimento. O desvio de um filete d’água que caía de uma torneira por meio de um tubo de PVC eletrizado também foi reproduzido por eles. As duas experiências foram amplamente discutidas, o que incitou o professor-orientador a explicar os três processos de eletrização. Atendendo aos pedidos dos alunos foi mostrado uma garrafa de Leyden, um grupo se dispôs a construir uma garrafa para apresentar no encontro seguinte. Ocorreu ainda uma longa discussão sobre o funcionamento da máquina eletrostática existente no laboratório, Máquina de Wimshurt.

Após terem lidos o paradidático tinham conhecimentos básicos sobre a ascensão e declínio do mecanicismo, a partir do momento que os alunos buscavam compreender os motivos de tantas pesquisas sobre a eletricidade, compreenderam, através de uma discussão, que isso foi causado pela falta de respostas, coerentes com as experiências, no âmbito da Mecânica. Entenderam assim o declínio do mecanicismo.

Em meio à discussão anterior foi inserido o Ressonador Elétrico de Hertz, ou Arco de Hertz, este vibrava quando captava uma descarga elétrica (radiação elétrica) produzida num centelhador. Estas radiações elétricas ficaram conhecidas como ondas elétricas ou ondas hertzianas, que atualmente conhecemos como as ondas eletromagnéticas.

Ao final do terceiro encontro, verificou-se que os alunos ficaram bastante motivados, não só pelos comentários durante e ao final da aula, aluno C: “Vai ser muito legal quando funcionar.”, aluno D: “Depois podemos fazer uma maior?”, mas, também pelo interesse em construir a Garrafa de Leyden, aluno E: “Vamos preparar os materiais para construir a Garrafa?”, aluno B: “Vamos comprar agora o papel alumínio?”.

Quarto encontro (02/7/08):

Conforme combinado na aula anterior foi proposta aos alunos a construção de uma Garrafa de Leyden, segundo o roteiro apresentado no livro paradidático “Faraday e Maxuell – Eletromagnetismo: Da Indução aos Dínamos” página 18. Para esse encontro, não foi elaborado um roteiro de planejamento, preferiu-se fazer uma avaliação do desempenho e motivação dos alunos dentro do laboratório durante a construção da Garrafa de Leyden. Esta opção teve como objetivo principal verificar o comportamento destes alunos quando têm liberdade para

construção de um aparato, isto não é comum nas aulas tradicionais de laboratório, onde, geralmente, seguem um roteiro pré-estabelecido pelo professor, além de saberem que estão sendo avaliados por estes professores.

Já no início do encontro, os alunos iniciaram os procedimentos necessários para confecção da Garrafa, a partir do uso dos materiais que trouxeram de casa (prego, papel alumínio, pote plástico). Interessante destacar que, durante todo o processo de confecção do aparato, eles demonstravam expectativa e curiosidade, aluno F: “Será que vai funcionar?”, aluno B: “Se isto funcionar será a primeira vez que faço uma experiência que dá certo!”.

O professor-orientador não respondeu a essas questões, limitou-se, nessa etapa, a observar o comportamento e desempenho dos alunos na confecção do aparato e, a responder algumas questões técnicas, tais como: “Podemos furar com o próprio prego?”, “Tem que aquecer o prego ou basta bater com o martelo?”. Eles apresentaram muita dificuldade na manipulação do material, mostraram possuir pouca habilidade manual, dois alunos nunca haviam manuseado um um martelo. Foi necessário explicar que dever-se-ia aquecer um “furador”, que poderia ser outro prego, mas com diâmetro menor, pois era necessário que o prego da Garrafa de Leyden ficasse bem fixo à tampa.

Garrafa de Leyden construída no laboratório pelos alunos





Imediatamente após a confecção da garrafa de Leyden, os alunos tentaram colocá-la em funcionamento. Inicialmente, buscaram detectar o funcionamento da Garrafa de Leyden, encostando um fio de cobre entre a superfície externa e a haste do aparato, de modo a observar uma centelha. Não foi possível observar o que queriam, porém um som, muito baixo, foi ouvido pelo aluno A e B, após algumas repetições do experimento, o aluno C também percebeu o som. Apesar do relato dos alunos A, B e C, que ouviram o som, os alunos (mesmo os que ouviram o estalo) não ficaram convencidos de que tinham produzido descargas elétricas. O aluno A comentou: “Eu sabia que não ia funcionar.”, o aluno D disse: “Se não deu para ver, eu não acredito”.

Seguiram, então, para o último procedimento sugerido no livro: “produzir uma descarga elétrica utilizando uma lâmpada néon”. Neste estágio, estavam mais instigados a fazer a verificação final do experimento, isto porque estão acostumados com respostas rápidas, com roteiros que sempre, quando seguidos, “dão certo” de imediato. Com a lâmpada de néon, o aparato funcionou perfeitamente, os alunos conseguiram observar com muita nitidez o brilho momentâneo da lâmpada de néon. Os alunos tiveram dificuldades para fotografar este momento devido à extrema rapidez de ocorrência do brilho. Finalmente, todos ficaram convencidos da ocorrência de uma descarga elétrica. Ainda surgiram alguns questionamentos interessantes. O aluno B questionou: “Se carregar mais a Garrafa a lâmpada fica mais tempo acessa ou mais forte (maior o brilho)?”, o aluno G: “Vamos construir uma grandona! Vai iluminar muito!”.

O procedimento de montagem consumiu quase que todo tempo do encontro, duas horas. Nos minutos finais, o professor-orientador promoveu com os alunos uma discussão sobre o histórico da Garrafa de Leyden, iniciando nas experiências de Gilbert (segundo o livro

paradidático): porque ela foi construída; porque desejavam armazenar energia (carga elétrica); quais as aplicações para época (1745) e atuais. Discutiu-se com eles que no século XVIII muitos pesquisadores trabalhavam com várias garrafas de Leyden associadas para obterem maior quantidade de energia armazenada. E que procedimentos como esses contribuíram para que Alexandre Volta, em 1799, realizasse experimentos que o permitisse construir a primeira pilha. Sugeriu-se uma releitura do capítulo 1 e 2 do livro, pois na primeira leitura alguns alunos comentaram que não haviam entendido várias partes destes capítulos, embora achassem a leitura simples. Ao final o aluno A perguntou: “Na semana que vem vamos montar o transmissor?”.

Os questionamentos iniciais e finais bem como o desenvolvimento de toda construção deste aparato experimental indica que o interesse dos alunos pela Ciência, ou melhor, pelos temas discutidos no curso, ficaram mais evidenciados. É conveniente citar alguns comportamentos dos alunos, notados pelo professor/pesquisador e evidenciado nas falas destacadas anteriormente, que ilustram isso:

- Não ficavam preocupados com o término do encontro, não ficavam olhando o relógio ou perguntando a que horas aula terminaria;
- Mostravam interesse em discutir e entender os conceitos físicos envolvidos;
- Demonstravam satisfação ao compreenderem o que estava ocorrendo durante a experiência;
- Apresentavam interesse em continuar a pesquisa e fazer novas tentativas;
- Demonstravam-se interesse pelo histórico (e Filosófico, embora tivessem pouco conhecimento sobre a Filosofia);
- Ficavam empolgados com a manipulação direta dos utensílios e ferramentas, com as pequenas técnicas desenvolvidas e a construção do aparato.

Quinto encontro (7/7/08):

O encontro foi marcado por uma longa discussão sobre os conceitos físicos apresentados no livro paradidático: *“Faraday e Maxwell – Eletromagnetismo: Da Indução aos Dínamos”*, conceitos que provocaram a revolução tecnológica e, posteriormente a social. Como os alunos haviam lido todos os capítulos do livro, o professor-orientador pediu para que expusessem suas idéias a respeito do livro. Como pontos positivos citaram a objetividade simplicidade do texto. Como desvantagens não souberam opinar.

Os conceitos básicos de eletricidade, como: carga elétrica; eletrização; força elétrica; o magnetismo dos ímãs; a junção entre o magnetismo e a eletricidade; a indução eletromagnética e as ondas eletromagnéticas foram discutidas no encontro, através de

recursos áudios-visuais (data-show). A opção pelo trabalho com esses temas ocorreu, porque os alunos não possuíam os conceitos básicos para construir o “Transmissor de Poulsen”. Nesta oficina um celular foi desmontado pelos alunos, comparou-se em seguida a uma placa de rádio portátil. Essa estratégia foi adotada com intuito de mostrar como os componentes elétricos são bem mais visíveis na placa de um rádio, isto é, no dispositivo mais antigo. Eles ficaram curiosos com relação às diferenças entre eles. Inúmeras perguntas foram feitas. O aluno C questionou: “O que é isso?”, o aluno E também perguntou: “Qual é a função deste componente?”, um terceiro aluno, aluno D concluiu: “Não consigo ver este componente no celular”.

Um segundo experimento foi realizado e discutido. Algumas ligações foram feitas, com o “viva-voz” acionado, no telefone celular do professor-orientador. Em seguida um rádio portátil foi ligado e sintonizado na frequência de uma estação de transmissão. Percebeu-se que, aparentemente, os dispositivos utilizavam os mesmos conceitos físicos para transmitir a voz. Discutiu-se possíveis semelhanças entre um transmissor de rádio e um telefone celular. Aluno E: “São iguais?”, aluno B: “Por que não ocorre interferência de um em outro?”, aluno D: “Por isso que podemos escutar as estações de rádio no celular.” Os conceitos comuns de ondas mecânicas e eletromagnéticas: velocidade, comprimento, frequência, etc., foram trabalhados. Após alguns cálculos simples, concluiu-se que o comprimento de onda de uma onda eletromagnética produzida por um telefone celular é da ordem de milímetros.

Após todas as discussões, debates e a construção de aparatos experimentais, realizados nas cinco oficinas, percebeu-se que os alunos estavam entusiasmados com os novos conceitos físicos aprendidos, com a relação destes conceitos com o cotidiano deles, com a grande liberdade para questionamentos e construções de experimentos, isto por se tratar de uma metodologia de prática investigativa. Comentário do aluno F: “Todas as aulas deveriam ser desta forma.”, aluno A: “No próximo encontro vamos construir o que?” Sendo assim, os grupos se dispuseram a construir um emissor de ondas eletromagnéticas, a construção foi sugerida pelo professor-orientador com objetivo de concluir o entendimento sobre o eletromagnetismo e sobre as Ondas Eletromagnéticas. Ficou combinado que no próximo encontro, após pesquisarem sobre o assunto e sobre Poulsen, iniciar-se-ia a montagem do transmissor e comprariam os primeiros materiais e equipamentos necessários para confecção do transmissor.

Com relação à História e à Filosofia da Ciência, um aluno de cada grupo ficou responsável por pesquisar e apresentar um texto escrito sobre a revolução da sociedade causada devido, principalmente, a grandes aplicações tecnológicas das evoluções científicas, principalmente a transmissão por OEM. O texto também devia conter uma descrição das consequências desta revolução na sociedade fazendo um comparativo entre 1908 e 2008, com

relação a telecomunicações com e sem fio (do telégrafo ao celular), destacando como foi possível a emissão de voz sem auxílio de fios.

Com relação a avaliação do desenvolvimento destas cinco oficinas, pôde-se concluir:

- Os alunos demonstram interesse, porém precisavam de um orientador para “cobrar” deles a execução das tarefas agendadas para aquele encontro. Se o orientador não enviasse e-mail, telefonasse ou avisassem em sala eles esqueciam de alguns itens e trabalhos pedidos para o encontro;
- A maioria dos alunos mostrou interesse por Física, embora os alunos B e F não desejassem prosseguir seus estudos nas Ciências Exatas. Ficou evidente que são bons alunos (analisando suas notas e comportamento na escola);
- Encontraram dificuldades na organização cronológica dos temas abordados nos encontros, eles são muito dinâmicos, porém, às vezes, não se conseguia seguir um roteiro programado (esperado pelo professor-orientador). Contudo, esta rigidez poderia tornar a atividade “cansativa” para eles, assim como ocorre em sala de aula. No entanto, uma organização mínima foi indispensável, para que os alunos apresentassem seu trabalho de iniciação científica e, para que o professor-orientador pudesse alcançar os objetivos deste trabalho de dissertação;
- Certos equívocos foram observados talvez devido aos inúmeros assuntos relacionados ao tema central (Transmissor de Poulsen), isto gerou, em certas situações, confusões para os alunos. Por exemplo: no quinto encontro discutiu-se a Pilha de Volta e também as vantagens da utilização da TV digital (o próprio professor-orientador tinha algumas dúvidas sobre este assunto). Entre estes dois adventos têm-se aproximadamente duzentos anos, às vezes tornava-se difícil abordar, conjuntamente, temas comuns, mas com conceitos tão diferentes para cada período histórico.

Sexto encontro (09/7/08):

Nesse encontro, foi reproduzido o experimento de Oersted, mostrou-se ainda funcionamento da lanterna de indução, a partir do desmonte de uma.

Figura III.7 - Lanterna de indução desmontada



Em seguida foram discutidos vários conceitos da eletricidade e do magnetismo, dando ênfase a indução elétrica. Neste encontro foi possível verificar que é bastante complicado para os alunos entender alguns conceitos do eletromagnetismo, como por exemplo, F.E.M. Eles acham que: "É ela que faz a bússola deslocar." É difícil dizer que não se trata de uma força, mas de uma tensão induzida. Durante a exposição deste conceito os alunos fizeram inúmeras perguntas, e não se contentavam com a resposta se esta não fosse suficiente para solucionar suas dúvidas. O aluno C perguntou: "Se não é uma força porque tem nome de força?"

Neste encontro cortou-se a base quadrada, de madeira, que será a sustentação mecânica do transmissor de Poulsen. Foi entregue aos alunos uma lista complementar com os dispositivos necessários para a montagem completa do transmissor: barra Cindal; capacitores, resistores e um transistor. Também foi agendado o encontro para uma aula do Professor Francisco Martins do Senai e a montagem completa do dispositivo no laboratório.

Para a oficina seguinte ficou estabelecido que seria dado ênfase aos aspectos mais importantes, isto é, conceitos essenciais que possibilitasse a confecção e interpretação do funcionamento do transmissor de Poulsen.

O professor-orientador contou com o auxílio do professor Francisco Martins do Senai para confeccionar o Transmissor de Poulsen. O professor Francisco sugeriu algumas mudanças na montagem do transmissor. Uma delas foi a de substituir a placa por uma "ponte de montagem" ou por uma "Barra Cindal". Utilizando esta barra não houve necessidade de usar a placa, ácido para corroê-la, furador e ferro de solda. Esta barra é semelhante às conexões de chuveiro (porém bem menor), basta utilizar uma chave de fenda para fixar os componentes eletrônicos. Se não fosse utilizado este dispositivo seria necessário ensinar os

alunos a soldar, fazer o projeto (desenho do circuito na placa), usar o sugador para tirar soldas (em casos de montagens erradas), usar o ácido para "atacar" a placa, etc. Após estas considerações, acreditou-se que isto consumiria muito tempo, o que não dispúnhamos.

Placa montada pelos alunos, no detalhe, duas barras cindal



O professor do Martins se disponibilizou a dar uma aula de eletrônica para os alunos e ajudá-los na montagem do transmissor e ainda apresentou aos alunos um horário de atendimento no SENAI, onde ele poderia ajudá-los a fazer correções no circuito original confeccionado por eles (neste dia os alunos levaram o circuito montado). O objetivo deste encontro foi de identificar em qual frequência o circuito estava emitindo e qual a forma da onda gerada, para isto foi necessário um frequencímetro e um osciloscópio.

Algumas considerações sobre esta oficina são pertinentes:

- Os alunos mostravam-se empolgados com o desenvolvimento das atividades, o aluno B perguntou: "Só vamos montar na semana que vem?", o aluno D: "Será que conseguiremos construir o transmissor?", ainda o aluno E: "Vai funcionar com certeza?";
- Alguns deles, embora muito motivados, pareciam não acreditar que o projeto funcionaria. Aluno C: "Eu quero ver funcionar", O aluno A: "Se não funcionar o que vai acontecer com nosso trabalho?";
- Em nenhum momento reclamavam do tempo despedido para comprar materiais, das despesas com materiais, das pesquisas pedidas, do horário de encontros extras ou de qualquer outra atividade.

Sétimo encontro (6/8/08):

Nesse encontro, que ocorreu após as férias escolares de inverno, foram revistos os assuntos discutidos nos encontros anteriores. Após a revisão foi sugerida aos alunos a confecção de um Croqui (desenho) do circuito a ser montado. Um dos objetivos deste esboço era de facilitar a montagem do transmissor e, outro, de apresentá-lo no trabalho escrito final. A função de cada componente do transmissor foi explicada pelo professor-orientador. Os alunos destacaram as dificuldades em encontrar alguns dos elementos necessários à confecção do transmissor. Por exemplo, tiveram grande dificuldade de encontrar os capacitores variáveis “antigos”, por não serem fabricados atualmente. A razão da escolha destes capacitores é de possuírem um vasto intervalo de regulação da frequência. Outro componente que apresentou dificuldade de obtenção foi o indutor de rádio antigo, pois os novos são extremamente compactos e dificultam o entendimento do circuito em operação.

Os alunos foram avisados sobre a aula do Professor Francisco Martins, professor de eletrotécnica e telecomunicações do Senai. A aula foi realizada no período da manhã do dia 11/8/08. O objetivo da aula foi o de: finalizar o entendimento dos conceitos físicos (necessários para confecção do transmissor) envolvidos que tornam possível a emissão da voz humana (som) sem a utilização de fios condutores.

A análise desse encontro (aula) limitou-se a verificar as atitudes dos alunos com a presença de um professor que não fazia parte do projeto.

O professor Francisco apresentou uma aula teórica definindo ondas eletromagnéticas desde Hertz até as atuais ondas de rádio, apresentando algumas definições e conceitos físicos necessários para compreender a montagem de um transmissor de ondas AM. Nesse momento, ele utilizou um trabalho do site: www.feiradeciencia.com o título: "Construção de um rádio Galena". Os alunos realizaram várias perguntas ao professor, inclusive sobre a TV digital.

Na segunda parte, ele iniciou a montagem do transmissor, a partir da análise de um que havia trazido montado num plotoboard. Utilizou seu transmissor para os alunos falarem e cantarem no microfone. O som transmitido para o rádio foi boa qualidade. Em seguida, começou a fazer um lay out do circuito, auxiliando os alunos na montagem correta da placa. Ao mesmo tempo foi explicando a função dos componentes do transmissor.

Como o professor Francisco se dispôs a atender os alunos no Senai, uma turma marcou para o mesmo dia à tarde um encontro, o segundo grupo agendou para a outra semana. No Senai foram feitos os ajustes finais e a identificação da frequência de emissão do transmissor dos alunos. Um dos motivos de não ser possível concluir o transmissor no mesmo dia da aula deve-se, além da falta do frequencímetro, a falta de tempo. Até às 13hs, o professor-orientador, o professor Francisco e os sete alunos estavam dentro do laboratório. O encontro só foi interrompido, pois o professor Francisco tinha um compromisso.

Propositalmente, o professor-orientador não foi ao Senai com os alunos da data marcada por eles com o professor Martins. Buscou-se, assim, verificar se os alunos se organizariam sozinhos para o encontro com professor Francisco.

Aula teórica do professor Francisco Martins



Aula prática do professor Francisco Martins



Pode-se comentar com relação ao sétimo encontro:

- Os alunos fizeram mais perguntas neste encontro do que quando leram e discutiram o livro paradidático, também mais questionamentos do que quando assistiram a apresentação sobre o eletromagnetismo. Isto pode ser um indício de que o aprendizado torna-se mais significativo quando o aluno necessita de conceitos das Ciências para compreender um dispositivo, ou um tema, de seu interesse;
- Verificou-se que a presença de um professor visitante inibe, em parte, os alunos. Como consequência, não fizeram questionamentos importantes no início da oficina, porém, após um curto intervalo de tempo, já se familiarizaram com o professor visitante;
- Observou-se que a partir do momento que se sentem mais seguros, com relação à Física, tornam-se mais organizados, objetivos e menos dependentes do professor-orientador.

Oitavo encontro (13/8/08) e nono encontro (18/8/08):

O oitavo encontro não ocorreu no laboratório de Física do colégio Granbery, este encontro com os alunos do 2º ano, foi realizado no Senai, tinha por finalidade fazer os ajustes finais no transmissor e identificar sua frequência de transmissão. O professor-orientador não foi ao Senai com os alunos na data marcada por eles com o professor Francisco José Martins.

O nono encontro também ocorreu no Senai, tinha os mesmos objetivos, porém o grupo de alunos presentes foi do 1º ano do Ensino Médio.

O objetivo dessa ausência foi de analisar, através dos relatos dos alunos e do professor do Senai, o desenvolvimento dos alunos num ambiente desconhecidos por eles e o interesse deles na elaboração da montagem e ajuste final. Também para que os alunos pudessem, por conta própria, refletir sobre a pesquisa de iniciação científica e sobre o que foi construído e debatido nos encontros anteriores. Além de deixar que os grupos elaborassem suas dúvidas e buscassem os esclarecimentos necessários com o professor Francisco do Senai (não deixando assim seus questionamentos apenas para o professor-orientador).

Nesta etapa do trabalho de pesquisa, acreditou-se que já se havia dado os subsídios necessários para a construção e testes do aparato experimental. Outro objetivo de não acompanhá-los, foi de que se organizassem e buscassem, “por conta própria”, refletir sobre uma pesquisa de iniciação científica. O professor Francisco, relatou assim o desenvolvimento dos trabalhos no laboratório do Senai:

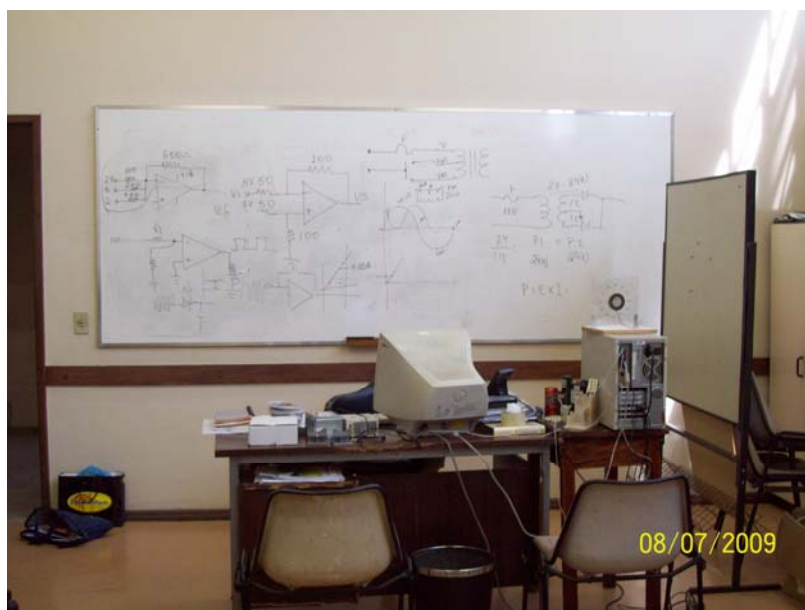
“Os grupos de alunos tiveram dificuldade em entender os conceitos de eletricidade, dificultando um pouco a prática de montagem. Os resultados demonstram que os alunos gostam desse tipo de aula e se sentem motivados, principalmente quando elas ocorrem no laboratório e, desse modo, o desenvolvimento dessas aulas pode ser uma importante ferramenta no ensino de técnicas científicas para os alunos. O que mais deixava os alunos entusiasmados era o fato de transmitir a voz, sem o auxílio de fios, para um rádio AM distante, utilizando um circuito eletrônico com poucos componentes. Um grupo imaginou um projeto de intercomunicadores sem fio entre as suas casas, outro grupo queria utilizar o transmissor para transmitir músicas do seu MP3 Player para um rádio dentro de sua casa, ou seja, o projeto do mini-transmissor AM possibilitou o despertar da imaginação dos alunos.

Os alunos ao chegarem ao Senai trouxeram seus transmissores montados, mas, com alguns erros de ligações, aceitáveis para quem não conhece o funcionamento dos componentes envolvidos no projeto, foram feitos esclarecimentos a respeito de cada componente e a sua importância no circuito. Os transmissores foram testados e ajustados com o auxílio de um frequencímetro digital e de um osciloscópio digital. Foi mostrada aos alunos, no osciloscópio, a forma de onda gerada pelo circuito do transmissor e analisados os parâmetros amplitude, frequência e período do sinal. Os alunos, mesmo sem todos os conhecimentos básicos da eletricidade e da eletrônica, se mostraram animados e ansiosos com o movimento que este evento estava proporcionando em suas vidas.”

Laboratório de Eletrônica do Senai I



Laboratório de Eletrônica do Senai II



O circuito oscilador de radio freqüência:

O oscilador utilizado para construir o transmissor experimental de voz, foi o oscilador Hartley (fig.0x). Este é um tipo de oscilador formado basicamente por um amplificador no caso foi utilizado um transistor Q1 (BC448) em configuração emissor comum, realimentado por um circuito ressonante (L1 e C3) no qual o indutor possui uma derivação central.

Funcionamento do oscilador

O [resistor](#) R1, faz a polarização da base do [transistor](#) e o capacitor C1 faz a realimentação, ou seja, "joga" parte de um sinal obtido na saída para a entrada do circuito. O funcionamento deste oscilador é o seguinte: quando ligamos o [circuito](#), o resistor polariza a base (R1) do transistor levando o transistor próximo da saturação (IC máximo), havendo então sua condução. Uma forte corrente circula entre o coletor e a [fonte](#) de alimentação (+6V), ligando à [tomada](#) central, pela bobina L1. O resultado é que esta corrente em L1 induz na outra metade da mesma bobina uma corrente que é aplicada novamente à base do transistor através do [capacitor](#) C1. Neste momento o ganho (A) do transistor torna-se igual a um e as oscilações estabilizam sua amplitude.

Décimo encontro (20/7/08):

Iniciou-se o último encontro com uma exposição, feita pelos alunos, sobre o encontro com o professor Francisco para os ajustes finais, no Senai. Os dois grupos relataram que o encontro foi muito oportuno. Aluno B comentou: “Foi muito legal!”, que o professor é muito bom: “O cara conhece tudo!” e que o Professor Francisco foi muito acolhedor, paciente e detalhou todos os procedimentos necessários do ajustes finais até o teste final do transmissor de Poulsen. Relataram com entusiasmo o momento da primeira transmissão. Um deles sugeriu até construir um aparato melhor para montar uma rádio no colégio ou no seu bairro.

Disseram que foi difícil ajustar a frequência para não coincidir com rádios locais e que o transmissor estava emitido em amplitude modulada, AM. O aluno E afirmou que durante a maior parte do tempo estava em dúvida quanto ao resultado dos testes: “Achei que não ia funcionar, demorou muito para escutarmos nossa voz, emitida pelo transmissor, ser detectada no rádio”.

Nesta data houve uma longa discussão sobre o trabalho escrito. Ainda foi feita uma análise de todo trabalho desenvolvido, buscou-se verificar, em conjunto com os alunos, quais foram os conceitos aprendidos e os substituídos por outros provenientes do senso comum ou de interpretações errôneas das Ciências. A abordagem histórica e filosófica da Ciência foi considerada por eles muito “oportuna” e “diferente”, eles próprios citaram ser muito “interessante” estudar a história e a filosofia “dentro das Ciências”.

As questões histórico-filosóficas foram abordadas ao longo de todo trabalho. Durante as discussões e debates ocorridos estas questões eram discutidas. Um dos motivos de ocorrer muitos debates envolvendo questões históricas e questões filosóficas foram devido ao conteúdo do livro paradidático que foi utilizado.

Como este dia era o último dia de encontro e para entrega das três cópias do trabalho à coordenação, não havia muito tempo para providenciar grandes mudanças no trabalho escrito. Os alunos mostravam-se confiantes quanto a apresentação de sábado 23/8/08.

Os dois transmissores foram testados, com sucesso, dentro do laboratório do colégio. Nesta última oficina questões histórico-filosóficas foram abordadas novamente, tentou-se imaginar como foi surpreendente para Poulsen e outros pesquisadores a primeira transmissão de voz sem utilização de fios, por meio das ondas eletromagnéticas. A partir deste ponto, discutiu-se como foi, ainda mais surpreendente para a sociedade da época, as primeiras transmissões de rádio. Discutiu-se ainda a longa pesquisa realizada até o advento da transmissão via OEM, os inúmeros cientistas envolvidos na busca desta meta, o desenvolvimento de experiências, os conceitos físicos elaborados a partir das pesquisas

realizadas e finalmente como estas transmissões rápidas, evolução tecnológica das informações, produziram grandes mudanças sociais.

Transmissor construído pelos alunos do EM



Transmissor construído, no detalhe, o microfone utilizado



III.3 - A Apresentação dos Trabalhos na Jornada de Iniciação Científica:

A apresentação da 3ª Jornada de Iniciação Científica foi realizada no dia 23/8/08. A Exposição foi rápida, vinte minutos. Sobre o tema Ondas Eletromagnéticas dois grupos apresentaram trabalho.

Segundo ano do Ensino Médio:

Observou-se que o nervosismo dos alunos atrapalhou um pouco a apresentação do trabalho. Porém, verifica-se que tal comportamento é normal. Este grupo fez uma abordagem bastante histórica (e filosófica), não se detiveram muito na apresentação dos conceitos das ondas eletromagnéticas, mas sim nas mudanças sociais ocorridas com advento do rádio e posteriormente da TV.

Um vídeo foi apresentado por eles, este vídeo foi copiado do YOU TUBE, através de um aparelho de celular, era a primeira edição do Jornal Nacional, em 01/09/1969. Nessa edição, as manchetes foram as seguintes: o aumento do preço da gasolina azul que passou para 48 centavos e da comum que passou para 39 centavos; a saúde do então Presidente da República Costa e Silva que tinha sofrido uma crise circulatória dias antes, o boletim apresentado no dia era bom; a morte do grande pugilista americano Rock Marciano; O gol de Pelé na vitória do Brasil sobre o Paraguai pelas eliminatórias para Copa, no Maracanã. Também apresentaram uma gravação da primeira transmissão oficial de rádio no Brasil, em 22 de setembro de 1922. Acredita-se que o objetivo dos alunos era de mostrar como aplicações de descobertas científicas produzem grandes mudanças sociais.

Fizeram uma abordagem bastante filosófica, discutiram como a mudança das transmissões da informação devido a velocidade em que ela se propaga no mundo moderno, tornou possível o desenvolvimento intelectual dos indivíduos mais simples, e, facilitaram novas descobertas tecnológicas que tornaram a vida do homem moderno mais agradável.

Algumas citações mais técnicas foram feitas pelos membros do grupo, principalmente com relação as transmissões sem fio, via OEM, a partir da transmissão de Poulsen até os dias atuais. O grupo apresentou um celular no qual é possível escutar rádio, assistir TV, mandar mensagens pela internet e, obviamente transmitir o som através das OEM.

Deixaram para o final a apresentação do transmissor de Poulsen, mostraram o transmissor para os membros da banca, e discorreram rapidamente sobre sua construção. Porém, o transmissor não funcionou no momento que foi ligado, o professor Francisco, da banca avaliadora, verificou que uma solda havia rompido. Isto ocorreu devido a falta de "malícia" dos alunos com relação a um equipamento eletrônico muito sensível. Todavia os professores que avaliaram o trabalho não levaram em consideração este imprevisto. Os alunos sim, mostraram-se abatidos, como se todo trabalho desenvolvido tivesse sido perdido.

Apresentação dos alunos na Jornada



Primeiro ano do Ensino Médio:

O segundo grupo apresentou seu trabalho sobre o mesmo tema: OEM. Embora tenham percorrido sobre o mesmo assunto, as apresentações foram bem diferentes. Não houve nenhum intercâmbio entre estes grupos para preparar a apresentação. Eles fizeram suas abordagens, assim como o primeiro grupo, sem auxílio do professor-orientador. As abordagens foram boas, conseguiram expor tanto o histórico da pesquisa como a parte técnica. Todavia, foram superficiais com relação a eletrônica do transmissor.

Os membros do segundo grupo ao apresentar seu trabalho também se mostraram “nervosos”. A abordagem foi bastante diferente. O aluno A Iniciou definindo onda mecânica, frequência, período, comprimento de onda, amplitude, interferência e ressonância. Embora sucinta, a explicação foi bem elaborada. A seguir iniciaram uma fala sobre Hertz e a produção das OEM. Em seguida comentaram sobre Galvani e a rã, Frankenstein, Leyden e sua garrafa (citaram que construíram uma no laboratório), Volta e sua bateria, Oersted e a deflexão da bússola, além outros cientistas. Durante este relato ocorreram algumas confusões cronológicas, além de faltar alguns cientistas importantes.

As críticas aqui feitas devem levar em consideração que o tempo era reduzido e que os alunos não estavam lendo nenhum roteiro.

O aluno B do grupo abordou as características, possivelmente, nocivas, das ondas dos telefones celulares e suas antenas. Baseou sua pesquisa em artigos lidos na internet, e num

artigo de um trabalho desenvolvido na UFJF no departamento de Biologia, onde hamster foram expostos a radiações semelhantes a emitidas por telefones celulares. Terminaram concluindo: “Até o momento não há nenhuma confirmação científica que relacionem as microondas com o câncer”.

A seguir, começaram a fazer abordagem técnica, como construíram o transmissor, a compra de materiais, os problemas encontrados e como os resolveram, os testes feito no laboratório e no Senai, etc. Estes relatos consumiram todo o tempo de apresentação.

Talvez deve-se repensar o tempo de abordagem do tema, ficou evidente a preocupação deles com relação a isto.

Ao final da apresentação ligaram o transmissor, ele funcionou, precariamente, como era de se esperar, porém, com ele foi possível captar a transmissão da voz humana num rádio doméstico. Esta transmissão foi feita dentro de uma sala com aproximadamente 12 metros de comprimento, todos avaliadores da banca puderam verificar a transmissão por ondas eletromagnéticas.

A Avaliação:

Todos os avaliadores destacaram a relevância do tema e compreenderam as inúmeras dificuldades superadas pelos alunos. Elogiaram a “coragem” deles ao abordar um tema difícil como são as Ondas Eletromagnéticas, além de apresentar os princípios e aplicações delas no cotidiano.

As avaliações destes foram muito boas. O professor-orientador não deu nota máxima porque ocorreram alguns erros conceituais e por achar que o tempo poderia ser mais bem aproveitado. Contudo, os resultados destes trabalhos foram muito bons.

Cabe citar, novamente, que o professor-orientador não participou da elaboração da estratégia de apresentação escolhida pelos alunos, resumiu-se a esclarecer dúvidas dos conceitos desenvolvidos. Logo, a apresentação era uma incógnita para todos os membros da banca avaliadora.

Após a apresentação, havia na programação um espaço para perguntas. Neste momento os avaliadores faziam perguntas com relação ao trabalho apresentado. Uma das perguntas foi como ocorre a ressonância de ondas mecânicas e eletromagnéticas e, como observamos esta ressonância no transmissor construído. Responderam rapidamente sobre a definição da ressonância mecânica, porém sobre a ressonância eletromagnética apresentaram dificuldades durante a exposição. Tiveram certa dificuldade em responder como ocorria essa ressonância no transmissor de Poulsen, mas conseguiram explicar, com algumas incorreções, a modulação das ondas da voz humana. Os alunos de ambos os grupos comunicaram-se bastante para responder aos questionamentos.

Um membro da banca pediu que os alunos fizessem uma rápida exposição sobre como evolui a Ciência. Outro questionamento foi sobre a fragmentação do ensino. Os membros dos dois grupos de alunos citaram que havia uma continuidade nos conhecimentos adquiridos ao longo da evolução da humanidade. Conseguiram entender que não foi Poulsen, ou Hertz, ou Faraday que “criaram” ou “descobriram” as transmissões por OEM, sozinhos nada teriam conseguido, todos baseavam suas pesquisas em outras anteriores ou feitas paralelamente. E que atualmente isso ainda ocorre, de maneira muita mais rápida devido a globalização.

CONCLUSÃO:

O trabalho desenvolvido mostrou-se eficaz e deve ser aprimorado para que possa atingir resultados ainda melhores. O Uso da História e Filosofia da Ciência juntamente com a construção de um aparato histórico-científico simples podem tornar menos sombrios os conceitos da Ciência, particularmente, nesta dissertação, conceitos da Física relativos às transmissões por Ondas Eletromagnéticas.

Embora pareça muito mais adequado, pedagogicamente, o laboratório não-estruturado ou aberto não apresentou, nesta pesquisa, resultados satisfatórios, tendo que ser substituído, pelo menos em parte, pelo laboratório estruturado ou fechado. A opção inicial, capítulo I era a utilização do laboratório aberto como estratégia. Teoricamente funciona: “um problema é apresentado ao aluno e este é deixado inteiramente livre para usar o procedimento que lhe aprouver, organizar seus próprios dados e chegar as suas próprias generalizações.” Mas na prática desenvolvida não ocorreu esse desenvolvimento esperado. Os fatores que podem ter inviabilizado o uso do laboratório aberto podem ser enumerados:

- os alunos não se mostravam com maturidade suficiente para desenvolver as etapas necessárias até as generalizações;
- talvez a imaturidade estivesse relacionada com a idade, 15 e 16 anos apenas;
- nunca haviam “trabalhado” com tanta “liberdade”, talvez fosse necessária uma preparação para desenvolver uma atividade desse tipo;
- após inúmeras pesquisas encontrou-se apenas utilização de laboratório não estruturado em cursos de graduação, um dos quais é citado nesta dissertação.

Sendo assim a dissertação optou por utilização de uma estratégia de laboratório semi-estruturado e manipulação direta (hands-on).

O uso do experimento histórico simples justifica-se devido à possibilidade do aluno compreender conceitos essenciais como campo elétrico e magnético, indução numa bobina, a variação da frequência através de um capacitor variável, circuito percorrido por corrente elétrica (no aparato experimental), a fonte de energia, o aquecimento dos resistores por efeito Joule e outros. Essa visualização não é possível quando se desmonta um celular convencional, os componentes estão tão miniaturizados e compactados que é muito difícil identificar os componentes básicos como um resistor, capacitor ou bobina.

Outra observação importante é que uma explicação científica sem uma contextualização histórico-filosófica torna a Ciência abstrata, os alunos podem assim apresentar desenvolvimento cognitivo fragmentado, sem uma visão temporal evolutiva da Ciência.

É importante citar que para esse trabalho ser desenvolvido há necessidade de alguns fatores vitais: professores bem remunerados para dedicarem tempo extra-classe no desenvolvimento da proposta de ensino, o ideal seria dedicação exclusiva; Laboratório de Física bem equipado com instrumentos adequados; disciplina de Laboratório fazendo parte da grade escolar; turmas pequenas, para que seja possível montar grupos de aproximadamente quatro alunos; dedicação pessoal do professor e capacitação deste para atuar como professor de laboratório.

O projeto é viável, desde que as considerações citadas sejam observadas. Porém, mesmo em situações adversas como, baixo salário (que torna necessário o trabalho do professor em várias escolas) e a falta de um laboratório na escola, é possível desenvolver um trabalho semelhante ao desta dissertação. Porém, será necessário a busca de parceria com uma escola técnica ou Senai, além de uma superação de várias dificuldades pelo professor. O ideal é que nessas circunstâncias um projeto seja escrito e apresentado à direção da escola. O governo do Estado do Rio de Janeiro distribuiu várias bolsas para implementação de projetos nas escolas públicas de ensino Fundamental e Médio, as bolsas variavam de dois a nove mil reais. O Colégio Monsenhor Francisco, de Paraíba do Sul, recebeu oito mil e setecentos reais para implantar na escola um laboratório de Ciências, este projeto foi escrito pelo autor deste trabalho.

É possível que a adoção de um livro paradidático como leitura auxiliar possa despertar mudanças conceituais significativas relacionadas com a Ciência, além disso, melhorar o interesse dos alunos pelo estudo da Física. Pelo interesse destes alunos nos equipamentos histórico-científicos a eles apresentados, foi possível avaliar como muito proveitosa esta metodologia de ensino para o laboratório de Ciências. Como esta metodologia utilizou uma prática investigativa, histórica e filosófica, além de uma montagem de um aparato simples, pode ser considerada como uma didática inovadora, que pode vir a contribuir para melhoria do ensino da Física no Brasil.

Referências Bibliográficas

- AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D., HANESIAN, H., *epud* GONÇALVES e MOREIRA. **Educational Psychology: A Cognitive**
- ARAÚJO, H.C.; ZIEMATH, E.C.; “Determinação do momento de inércia de um volante usando um faiscador”. **Caderno Brasileiro Ensino Física**, v.19, n. 1, Abr. 2002.
- ARAÚJO, M. S. T.; Abid, M. L. V. S. “Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes finalidades”. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, pp.176-194, 2003.
- ARAUJO, M.S.T.; ANJOS, Q.F.F.; “Determinação de sensibilidade de bobinas magnéticas utilizando a lei de indução de faraday”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.23, n.2, pp.277-287, Ago. 2006.
- BARRA, E.S.O. “Modelos da mudança científica: subsídios para as analogias entre história da ciência e ensino de ciências”. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 10, n. 2, pp.118-127, 1993.
- BORGES, A.T.; “Novos rumos para o laboratório escolar de ciências”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19 n.3, dez. 2002.
- BORGES, J.F.M.; GABRIL, M.C.; SALEM, R.E.P.; “Resistores não-ôhmicos à base de água”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.23, n.2, pp.267-276, Ago. 2006.
- BRASIL. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências. **Laboratório básico polivalente de ciências para o 1º grau**: manual do professor. Rio de Janeiro, FENAME/PREMEN/DEF, 1978.
- BRASIL, Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências e Centro de Treinamento para Professores de Ciências – CESISP, *PHYSICAL SCIENCE STUDY COMMITTEE* GUIA DO PROFESSOR DE FÍSICA Parte I: 1967. São Paulo: Programa conjunto de publicação de Guias de Professor da Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências e do Centro de Treinamento de Professores de Ciências de São Paulo, 1960.
- CANALLE, J.B.G.; Souza, A.C.F.; “Simplificando a luneta com lente de óculos”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.22, n.1, Abr. 2005.
- CARDOSO, H.B.; FILHO, J.M.; “Improvizando dentro de sala de aula”. **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 3, n.2, pp.5-6, 2002.
- CATELLI, F.; LAZZARI, F.; “Interferência da luz: uma versão simplificada do espelho de Lloyd”. **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 5, n.2, pp.20-22, 2004.

- CATELLI, F.; PEZZINI, S.; “Laboratório Caseiro: observando espectros luminosos – espectroscópio portátil”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n. 2, pp. 264-269, Ago. 2002.
- CATELLI, F.; PEZZINI, S.; “Laboratório Caseiro: transformando um laser de diodo para experimentos de óptica geométrica”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** v.19, n.3, dez. 2002.
- CATELLI, F.; REIS, C.; “Imagens dentro de lâmpadas” **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.21 n.1, pp.115-119, Abr. 2004.
- CAVALCANTE, M.A.; TAVOLARO, C.R.C.; HAAG, R.; “Experiências em física moderna”. **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 6, n.1, pp.75-82, 2005.
- CAVALCANTE, M.A.; TAVOLARO, C.R.C.; “Medir a velocidade do som pode ser rápido e fácil”. **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 4, n.1, pp.25-30, 2003.
- CAVALCANTE, M.A.; TAVOLARO, C.R.C.; “Uma caixinha para estudo de espectros”. **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 3, n.2, pp.40-42, 2002.
- CHALMERS, A. F. O que é a ciência afinal? São Paulo: brasiliense, 1993.
- CHESMAN, C.; SALVADOR, C.; SOUZA, E.S.; ALBINO, A.J.; “Colisão elástica: um exemplo didático e lúdico”. **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 6, n.2, pp.23-25, 2006.
- CHIQUITO, A.J.; SILVA, R.; VIEIRA, K.B.; “Uma mini-estação meteorológica”. **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 6, n.2, pp.20-22, 2006.
- COSTA, A. S. **Desenvolvimento de uma proposta para o ensino de hidrostática voltada para a aprendizagem significativa**. M. Sc., PUCRS – Faculdade de Física. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Porto Alegre, Brasil, 2007.
- FERNANDES, B.C.; SANTOS, W.M.S., DIAS, P.M.C.; “Onde está o atrito? Discussão de dois experimentos que exemplificariam a Lei da Inércia”. **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 6, n.2, pp.17-119, 2006.
- FILHO, J.B.R.; COELHO, S.; SALAMI, M.; MACIEL, M.R.; SCHRAGE, P.V.; “Resistores de papel e grafite: ensino experimental de eletricidade com papel e lápis”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.20, n. 2, pp. 228-236, Ago. 2003.
- FILHO, J.B.R.; SALAMI, M.A.; GALLI, C.; FERREIRA, M.K., MOTTA, T.S.; COSTA, R.C.; “Construção de Capacitores de Grafite sobre papel, copos e garrafas plásticas, e medidas de suas capacitâncias”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.22, n.3, pp.400-415, Dez. 2005.
- FINKELSTEIN, N. D., W. K. ADAMS, C. J. KELLER, P. B. KOHL, K. K. PERKINS, N. S. PODOLEFSKY, S. REID. **When learning about the real worlds is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment**. Department of Physics, University of Colorado, Boulder, Colorado 80309, USA. The American Physical Society, 010103, 2005.

- Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências.** Laboratório básico polivalente de ciências para o 1º grau: manual do professor. Rio de Janeiro, FENAME/PREMEN/DEF, 1978.
- GASPAR, A. **Física.** São Paulo, Ática, 2001.
- GRALA, R.M.; OLIVEIRA, E.S.; “Medida da velocidade do som no ar com o uso do microcomputador”. **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 6, n.2, pp.26-28, 2006.
- GONÇALVES, E. S.; MOREIRA, M. A. “Laboratório Estruturado Versus Não Estruturado: Um Estudo Comparativo em um Curso Convencional”. **Revista Brasileira de Física**, v. 10, n.2, pp.389-402, Jan. 1980. Disponível em:
<http://www.sbfisica.org.br/bjp/download/v10/v10a27.pdf> . Acesso em: 19 mai. 2008.
- GUERRA, A. **Contextualizando o fazer: subsídios para uma educação científica com um enfoque historioco-filosófico.** 2002. Tese de doutorado.
- GUERRA, A.; BRAGA, M.; REIS, J.C. Faraday e Maxuelli. **Eletromagnetismo: Da Indução aos Dínamos.** São Paulo: Atual, 2004.
- GUERRA, REIS, BRAGA. “Uma Abordagem Histórico-Filosófica para o Eletromagnetismo no Ensino Médio”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** ,v. 21, ago. 2004
- GUEST COMMENT. **Rather than scientific literacy, colleges should teach scientific awareness.** American Association of Physics Teachers. v. 66, n.7, July 1998.
- Goals of the Introductory Physics Laboratory.** American Association of Physics Teachers. v. 66, n.6, June 1998. de J. Ma and J. V. Nickerson. (AAPT 1998)
- HALIDAY; RESNICK. **Fundamentos da Física 1 – Mecânica; Fundamentos da Física 2 Mecânica dos Fluidos, Oscilações e Termodinâmica.** Rio de janeiro: LTC, 1991.
- KRAPAS, S.. SANTOS, P.A.M.; “Modelagem do espalhamento Rayleigh da luz com propósitos de ensino e de aprendizagem”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física.** v.19 n.3, dez. 2002.
- JING Ma , JEFFREY V. NICLERSON. **Hands-On, Simulated, and Remote Laboratories: A Comparative Literature Review.** ACM Computing Surveys, v. 38, n. 3. September, 2006.
- JÚDICE, R.; JÚNIOR, V.C.V.; “Rapel e física”. **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 3, n.1, pp.5-7, 2002.
- KANBACH, B. G.; LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M., “Razões para a não utilização de atividades práticas por professores de Física no ensino médio”. São Paulo: UEL/UNESP,s.d.Disponível:
<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0373-1.pdf> >. Acesso em: 16 mai. 2008.
- LABURU, C.E.; JÚNIOR, J.B.D., FERREIRA, N.C.; “Densímetro de baixo custo”. **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 3, n.1, pp.15-16, 2002.

- LABURU, C.E.; SILVA, O.H.M.; “Determinação da pressão interna de lâmpadas fluorescentes (um experimento de baixo custo)”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.21 n.2, pp.249-257, Ago, 2004.
- LOPES, D.P.M.; CHINAGLIA, D.L.; PIMENTEL, J.R.; “Associação de pilhas novas e usadas em paralelo: uma análise qualitativa para o ensino médio”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** v.20, n.1, pp. 117-122, Abr. 2003.
- MELQUIADES, F.L.; APPOLOMI, C.R.; “Radioatividade natural em amostras alimentares”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.21 n.1, pp.120-126, Abr. 2004.
- MORIN, E. “Os Sete saberes necessários à educação do futuro”, **SEMTEC-MEC Informativo Eletrônico da Secretaria de Educação Média e Tecnológica**. n. 4 – junho/julho de 2000.
- MORIN, E. **O Método**. Cidade: Sulina,1999.
- PIMENTEL, J.R.; SAAD, F.D.; YAMAMURA, P.; FURUKAWA, C.H.; “Demonstre em aula: gotas que inflamam – uma abordagem construtivista”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.22, n.1, Abr. 2005.
- PIMENTEL, J.R.; SILVA, M.A.; “Influência do raio efetivo no movimento de projéteis esféricos lançados horizontalmente:”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.22, n.2, pp.209-219, Ago. 2005.
- PIMENTEL, J.R.; SAAD, F.D.; YAMAMURA, P.; FURUKAWA, C.H.; “Novos Usos para componentes de um velho disco rígido de computador”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.21,n.3, pp.401-410, Dez. 2004.
- PIMENTEL, J.R.; YAMAMURA, P.; “A física na cozinha”. **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 5, n.2, pp. 26-28, 2004.
- RAMOS, P.B.; SOUZA, R.R.; “Padrões de interferência em um tecido de cortina”. **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 5, n.2, pp. 23-25, 2004.
- RAMOS, P.B.; SOUZA, R.R.; “Criando ilusões de óptica usando um monitor de computador”. **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 4, n.1, pp.25-28, 2003.
- RAPOPORT, A.; SILVA, J.A. “A utilização de referenciais teóricos na prática docente”, **Psicologia para América Latina**, n. 5, pp., mês e ano de publicação.
- ROMEY, W. D. **Inquiry Techniques for Teaching Science**. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1968.
- ROSA, R.A.S.; RAPOZO, R.R.; CARVALHO, T.M.; “Fotografias estroboscópicas”. **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 5, n.1, pp.17-19, 2004.
- SAAB, S.C.; CÁSSARO, F.A.M.; BRINATTI, A.M.; “Laboratório caseiro: tubo de ensaio adaptado como tubo de kundt para medir a velocidade do som no ar”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.22, n.1, Abr. 2005.

- SABA, M.M.F.; RAPOZO, R.R.; SANTANA, G.A.; "Fotografando o que não se vê". **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 3, n.1, pp.12-14, 2002.
- SCHEIN, Z.P.; COELHO, S.M.; "O papel do questionamento: intervenções do professor e do aluno na construção do conhecimento". **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.23, n.1, pp.68-92, Abr. 2006.
- SERE, M.G., COELHO, S.M., NUNES, A. D. "O papel da experimentação no ensino da física". **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.20, n. 1, pp. 30-42, Abr. 2003.
- SILVA, R.C.; COPPETE, M.C.; LIMA, R.P.; SILVA, J.S.A.; SILVA, A.; MACHADO, S.S.L.; "Um higrômetro de vagem e a física no ensino fundamental". **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n.2, pp.242-252, Ago. 2002.
- SILVA, O.H.M.; LABURÚ, C.E.; "Invisibilidade da garrafa (a explicação correta)". **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 1, pp. 111-114, Abr. 2004.
- SILVA, R.; MACEDO, R.P.; SOUZA, M.G.; CHIQUITO, A.J.; "Força magnética sobre correntes elétricas: um motor linear". **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 4, n.2, pp.7-9, 2003.
- SILVA, W.P.; SILVA, C.M.D.S.; SILVA, D.D.P.S.; SILVA, C.D.P.S.; "Um software para experimentos sobre batimentos de ondas sonoras". **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.21, n. 1, pp. 103-110, Abr. 2004.
- SILVA, F.C.; RAMOS, P.B.; "Analisando algumas características do pêndulo elástico". **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 6, n.2, pp.30-32, 2006.
- SILVEIRA, F.L.; AXT, R.; "Associação de pilhas em paralelo: onde e quando usamos?". **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.20, n.3, pp. 391-399, Dez. 2003.
- SILVEIRA, F.L.; LEVIN, Y., "Pressão e volume em balões de festa: podemos confiar em nossa intuição?". **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21 n.3, pp. 285-295, Dez. 2004.
- STUCHI, A.M.; "Sugestão de Experimento para verificação da troca de calor por convecção". **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 4, n.1, pp.15-16, 2003.
- SILVEIRA, F.L.; AXT, R.; "Podem molas em queda livre ter aceleração maior que a da gravidade". **Revista Brasileira Ensino da Física**, v. 6, n.2, pp.5-7, 2005.
- TRUMPER, R., "The Physics Laboratory – A Historical Overview and Future Perspectives", **Science & Education**, v. 12, pp.645-670, 2003.
- XAVIER, J.C.; HAUGONTÉ, E.A.; SANTANA, A.C.; "Microamperímetro e miliamperímetro no mesmo instrumento". **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.20, n.1, pp.123-128, Ago. 2003.
- WELTNER, K.; MIRANDA, P.; "Medição do calor específico do ar em sala de aula". **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n.2, pp. 253-263, Ago. 2002.
- WELTNER, K.; GOETHE, J.W.; ESPERIDIÃO, A.S.C.; MIRANDA, P.; ROCHA, J.F.M.; "O pêndulo gravitacional usado como dinâmetro sensível para medir forças

eletromagnéticas". **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.21, n.2, pp. 258-269, Ago, 2004.

APÊNDICES

1) ANÁLISE INICIAL DE CONHECIMENTO (PRÉ-TESTE):

O questionário proposto no início deste trabalho consta das seguintes perguntas:

- 1) Você tem idéia de como funciona o telefone celular? Como transmite o som produzido por sua voz?
 - a) O som da sua voz é amplificado para que uma pessoa distante possa ouvir;
 - b) O som da sua voz é transformado em uma frequência diferente da normal para que possa ser transmitida a longa distância;
 - c) O som da sua voz movimenta as partículas de ar e, através dele, alcança o outro aparelho.
 - d) Através de Ondas eletromagnéticas;
 - e) Não sei como funciona o celular;

- 2) Você acha que o celular tem relação com o rádio, TV e Internet? Qual relação?
 - a) São tecnologias completamente diferentes, não há relação;
 - b) Rádio e TV têm relação, o celular tem relação com a Internet;
 - c) Todos os quatros transmitem sinais da mesma forma;
 - d) Não sei se existe relação entre eles.

- 3) Você acredita que é importante conhecer essas tecnologias? Por quê?
 - a) Não, basta saber operá-los de maneira correta;
 - b) É importante somente para quem pretende fazer curso superior na área de Engenharia/Física;
 - c) Tenho curiosidade e acredito ser importante, independente da carreira que pretendo seguir;
 - d) Essas tecnologias são para cientistas, creio ser muito difícil compreendê-las.

- 4) Você acha possível conhecer os princípios básicos de funcionamento dos equipamentos modernos como o telefone celular?

- a) Não é possível, pois não há como introduzir estes conteúdos no Ensino Médio;
- b) Somente é possível em cursos técnicos específicos da área de Eletro/Eletrônica;
- c) Creio ser possível, pois são apenas os princípios básicos;
- d) Estes conceitos requerem um conhecimento profundo da Física o que torna impossível compreendê-los no Ensino Médio.

5) O laboratório pode auxiliar no entendimento dos conceitos fundamentais de funcionamento de um telefone celular? Por quê?

- a) Sim, somente com a teoria em sala de aula é impossível compreender;
- b) Não, o laboratório teria que possuir equipamentos mais modernos;
- c) Não, aulas de laboratório não são suficientes para a compreensão destes conceitos físicos;
- d) Sim, desde que haja, além da prática de laboratório, apresentação de conceitos teóricos.

2) ENSINO MÉDIO X TÉCNICO:

2.1) Introdução:

Um dos questionamentos ainda pouco debatido, no ensino de Ciências é: até onde os currículos do Ensino Médio e o Ensino Técnico devem ir sem se distanciar do seu objetivo primordial de oferecer um conhecimento básico em todas as áreas do conhecimento humano. Embora não seja a meta principal do Ensino Médio, o desenvolvimento tecnológico recente torna necessária uma discussão sobre a necessidade de um conhecimento técnico fundamental. Os alunos do Ensino Médio não podem torna-se, cada vez mais, meros operadores de equipamentos eletro-eletrônicos. Tão pouco os técnicos desprovidos do conhecimento das ciências não-exatas.

2.2) A evolução do ensino brasileiro:

As recentes pesquisas educacionais indicam que o grau de proficiência dos alunos brasileiros vem caindo, enquanto a tecnologia avança rapidamente, o Brasil destaca-se como o país que está entre os cinco países que lideram o acesso à rede mundial de computadores, parece uma incoerência. Talvez seja, no entanto, fazer uso de tecnologia de ponta não indica que o país seja desenvolvido tecnologicamente.

O ensino brasileiro passou por inúmeras mudanças, muitas devido às questões políticas, que sempre foram prioritárias, e ainda o são. O Ensino Médio regular vem sofrendo profundas mudanças nas últimas décadas, são poucas as escolas que ainda mantêm um ensino de qualidade. As razões são diversas: a visão capitalista, buscando o lucro sempre, independentemente das conseqüências danosas ao ensino; o objetivo de aprovar o aluno no vestibular ou num concurso público, em detrimento a obtenção de conhecimentos sólidos e de cultura geral; a substituição dos laboratórios de ciências por sala de informática, além de diminuição ou da extinção dos laboratórios científicos. Neste ponto, o presente trabalho procurar encontrar, ou se aproximar, das causas desse desinteresse pelos laboratórios em contrapartida com o interesse incessante pelo desenvolvimento tecnológico, construídos a partir desses.

Muitas escolas ainda possuem equipamentos de laboratório “guardados”, isto porque a disciplina de atividade experimental foi excluída da grade ou porque “novos” equipamentos foram adquiridos. A maior parte desses equipamentos segue um roteiro pré-determinado por seus idealizadores, utilizam uma prática verificacionista, que, embora consiga resultados

regulares, não é a mais indicada para a formação de uma aprendizagem significativa pelos alunos. Conforme expõe Araújo/Abid (2003).

Durante a ditadura militar ocorreu um incentivo à formação técnica, escolas como o Senai, Cefet, CTU eram um sonho para muitos brasileiros. Os currículos foram adequados de maneira a aumentar a carga horária das aulas práticas de laboratórios e diminuir das demais matérias não-técnicas. A Língua portuguesa e a Matemática conseguiram manter-se nos três anos do Curso Técnico Médio, as demais não. Disciplinas como História, Geografia, Biologia, Sociologia e até a própria Química não constavam nas grades dos três anos. A Escola Técnica tinha por objetivo principal formar o trabalhador, com qualidade, não um cidadão crítico com um conhecimento mais diversificado, que almejasse continuar seus estudos.

Paralelamente, o Ensino Médio regular, sob influência do Ensino Técnico, passou por uma reformulação, muitos laboratórios foram fechados, outros, no mínimo tiveram sua carga horária reduzida. A justificativa é óbvia: os laboratórios eram a “vedete” dos Cursos Técnicos, o Ensino Regular deveria se concentrar no ensino teórico em sala de aula.

Os laboratórios de informática nas escolas brasileiras começaram a ser implantados na década de oitenta. Não há como negar a contribuição para o ensino em todos os níveis e áreas do conhecimento humano. De maneira sutil a informática foi sendo considerada a solução de todos os problemas no ensino de Ciências, os que tinham acesso a esta nova tecnologia estavam num nível acima da sociedade comum. Como neste início não havia ainda um entrosamento entre os laboratórios de ciências e a informática, os que se utilizavam o segundo eram vistos como mais sábios. Como na antiguidade Clássica, os nobres não desempenhavam atividades empíricas, isto era uma atividade de menor valor. Hoje a grande maioria tem acesso fácil a informática, nem por isso o ensino apresentou melhoras substanciais no ensino das ciências nas provas do Saeb e Enem.

2.3) Delimitando o Ensino Médio e o Técnico:

Um questão complexa aflora no que diz respeito a ementa dos cursos de nível Médio: Se o curso é Técnico pode suprimir conteúdos essenciais para a formação do cidadão? Outra questão: Se o curso é regular pode abandonar as atividades de laboratório?

Para ambas as questões a resposta deveria ser negativa. Suprimir atividades laboratoriais científicas ou substituí-las integralmente por simulações em sala de informática pode parecer um grande avanço, e são se forem utilizadas como novas tecnologias de ensino a serem somadas as primeiras, não com intenção de substituí-las. O contato direto do aluno com o experimento, o desenvolvimento de suas habilidades manuais, de observações, de adequações e porque não dizer de improvisação não pode ser extinto. Como exemplo, uma

pequena bateria e um resistor podem demonstrar o Efeito Joule. O laboratório de ciências desenvolve os sentidos e agusa a curiosidade, com o tato qualquer aluno pode comprovar o efeito, o que não é possível nos softwares modernos que desenvolve bons simuladores de circuitos elétricos e eletrônicos.

Em relação ao Ensino Técnico pode-se observar que o foco é diferente, as disciplinas da área de humanas, muitas vezes, são menos importantes, talvez resquícios de uma visão marxista de que a Escola Técnica deva formar um operário para rapidamente assumir seu posto de trabalho, com pouco conhecimento em outras áreas, o aluno assim torna-se pouco crítico, e ideal para não criar problemas e nem almejar progresso cultural e profissional.

2.4) Conclusão:

Não se pode acreditar que atividades de instrumentação seja a solução para o Ensino de Ciências Medeiros/Filho (2000). Contudo, adequando o laboratório de Ciências as novas didáticas de ensino, priorizando atividades investigativas, elaborando práticas relacionadas com o cotidiano, desenvolvendo temas como História da Física e Filosofia das Ciências dentro do laboratório e pesquisando as novas tecnologias de ensino para o uso do laboratório de Ciências, pode-se conseguir ótimos resultados com relação ao Ensino de Ciências.

3) PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (Folder):

PROJETO:

HISTÓRIA DA FÍSICA Telecomunicações

- Justificativa : Ondas eletromagnéticas ;
Ensino descontextualizado com o cotidiano do aluno;
- Objetivo: Construir experimentos históricos que revelem como conceitos ,tão presentes no cotidiano, OEM, foram construídos.
- Desenvolvimento : Apresentar 1ª problematização
Ondas: exemplo simples, para explicar a diferença de onda e partículas;
Som: Como onda.

Como é transmitido sinal de rádio, TV, Celular?

Aula : ressonador de Hertz.

- Arco de Poulsen : Dificuldades e possibilidades.
- Pós- teste.
- Lanterna sem pilha(com indução)

Estamos “acostumados” a usar sem conhecer o “como funciona” e os conceitos científicos.

.

Objetivos gerais e específicos.

Seminário: Andréia Guerra- Silvia.

3.1 – Apresentação da proposta de trabalho a coordenação da escola:

ÁREA DE CONHECIMENTO: Linguagem e suas tecnologias

TEMA: Telecomunicações

SUB-TEMA: Ondas Eletromagnéticas e História da Física

Colégio Metodista Granbery

3ª Jornada de Iniciação Científica - 2008

Professor/orientador: Enoque Rinaldi Duque

Justificativa:

Muito se fala sobre as novas tecnologias: TV digital, Celulares com multi-função (câmeras, gravador de voz, conexão com internet), Ipod, Wireless, Bluetooth, entre outros. Para que os alunos possam entender as tecnologias citadas é fundamental a apresentação dos

conceitos que envolvem as Ondas Eletromagnéticas (OEM). Em geral, estes conceitos são apresentados ao final do último ano do Ensino Médio (EM), e, raramente acompanhados de práticas de laboratório. O Brasil destaca-se no uso destas tecnologias, várias pesquisas o confirmam entre os países que possui maior número de acesso a Internet e veda de telefones celulares.

Entretanto quando comparamos estas pesquisas com os resultados do PISA 2006, verificamos uma preocupante discrepância, o professor Nélcio Bizzo, titular de metodologia da ensino de ciências na USP comenta para O GLOBO, em 04/12/2007: “..os dados do Brasil deve ser comparados a países com realidades mais próximas, como a Colômbia, a Argentina e o México. Neste caso o Brasil ficou à frente apenas da Colômbia na avaliação das capacidades científicas.”

Um dos motivos destes resultados é a descontextualização do ensino com relação ao cotidiano do aluno. No Brasil as novas tecnologias de ensino ainda são aplicadas timidamente. A priori, o ensino brasileiro almeja unicamente a apresentação de uma Ciência aplicada, desconsiderando a História da Ciência, a evolução do conhecimento e com pouca atividade experimental.

Para uma formação ética, o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico faz-se necessário propor novas tecnologias e novos enfoques para possibilitar ao aluno o desenvolvimento de suas competências e habilidades. A educação, assim como as demais atividades, deve evoluir, ampliar suas várias situações de aprendizagem, diversificar metodologias de ensino e acompanhar as mudanças sociais, políticas e históricas.

Ainda existe uma cultura, infelizmente muito difundida, de que o estudo da Ciência é uma prioridade apenas para os que desejam prosseguir seus estudos na área das Ciências Exatas. Alguns exames para concursos públicos e vestibulares de faculdades particulares, na contra-mão do conhecimento, aplicam avaliações em que não constam provas de Física, Química e Biologia.

Objetivo:

Na tentativa de modificar este quadro atual com relação as OEM e o EM, propõem-se construir experimentos históricos que revelem como conceitos físicos básicos, tão presentes no cotidiano, podem possibilitar a utilização de equipamentos eletrônicos de comunicações que utilizam as OEM.

Ainda apresentar uma visão unificada das ondas de rádio, TV, Internet via ondas de rádio, telefone sem fio, celulares, etc.

Outro objetivo do projeto é apresentar os conceitos sem sua matematização. Com isso eles podem ser trabalhados em qualquer ano da Educação Básica.

Desenvolvimento:

O problema baseia-se em como desenvolver o tema OEM com uma visão da História e Filosofia da Ciência juntamente com a construção de um experimento histórico científico simples, que seja capaz de produzir, da maneira mais simples possível, OEM.

Neste trabalho haverá necessidade de desenvolver inicialmente alguns conceitos sobre ondas mecânicas para que a partir dessas defina-se as Ondas Eletromagnéticas. Como exemplo de onda mecânica será utilizado os conceitos de ondas sonoras, acredita-se que por estarem presentes no dia-a-dia dos alunos torna-se mais objetivo e interessante seu estudo.

Após o desenvolvimento destes conceitos buscar-se-á responder a seguinte questão: Como são transmitidos os sinais de rádio, TV e celulares?

A resposta será buscada através do desenvolvimento de atividades práticas desenvolvidas pelos alunos com auxílio do professor/orientador. Pretende-se construir um aparato experimental histórico-científico que foi vital para o domínio, pelo homem, do envio do som através de OEM.

Como abertura do desenvolvimento da atividade mostrar-se-á que por mais simples que seja um telefone celular, ao desmontá-lo não se consegue distinguir seus componentes básicos, indutor, capacitor, antena, entre outros. O objetivo é construir um telefone rudimentar onde seja possível compreender o funcionamento de um oscilador, e assim mostrar que é basicamente composto de um indutor, capacitor, resistência e uma antena.

Entre outras atividades que se pretende desenvolver, a apresentação de um seminário sobre o tema desenvolvido com a professora Doutora Andréia Guerra, do grupo Teknê. Este grupo, composto pela professora citada e os professores Doutores Marco Braga e José Cláudio busca uma reelaboração do Ensino de Ciências e particularmente da Física.

Os resultados obtidos serão avaliados através de uma comparação entre um pré-teste e um pós-teste. Espera-se um bom resultado desta didática. Será avaliado se com o uso do laboratório, de montagens feitas pelos alunos, e principalmente, a estreita ligação do tema com o cotidiano, será despertado nestes alunos maior interesse, curiosidade, empolgação e alegria, no desenvolvimento de um trabalho científico.

As atividades desenvolvidas, as dificuldades encontradas e a avaliação desta nova tecnologia de ensino com utilização do laboratório e da história da Física serão apresentadas pelos alunos da equipe na 3ª Jornada de Iniciação Científica do Granbery, juntamente com o artigo e os experimentos montado no laboratório.

4) PESQUISA: A AVALIAÇÃO DOS ALUNOS DO LABORATÓRIO DE FÍSICA:

Esta pesquisa foi realizada pelo professor/pesquisador no final do ano de 2004. Após a realização de todas as práticas de laboratório, laboratório de Física, no último dia de aula um questionário foi elaborado e aplicado entre os alunos. O questionário era facultativo para eles e, não havia necessidade de identificação. Acredita-se que isto tornou a pesquisa mais imparcial e mais conclusiva. Todos os 60 alunos presentes responderam o questionário. Além disso, a maioria optou pela identificação, 30 se identificaram e 29 não.

O objetivo era de verificar se os alunos acreditam que as atividades realizadas dentro do laboratório os auxiliaram no decorrer do ano letivo. Também se tais atividades deviam ser reestruturadas com base na opinião dos alunos. Os questionamentos propostos foram os seguintes:

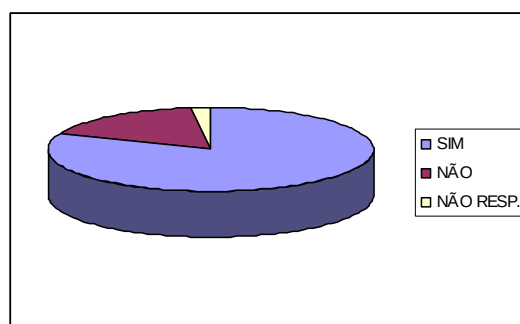
1. O laboratório auxilia de alguma maneira seus estudos teóricos normais de Física?

Justifique.

48 - SIM – 80%;

10 – NÃO – 17%;

01 – NÃO RESPONDERAM – 2%

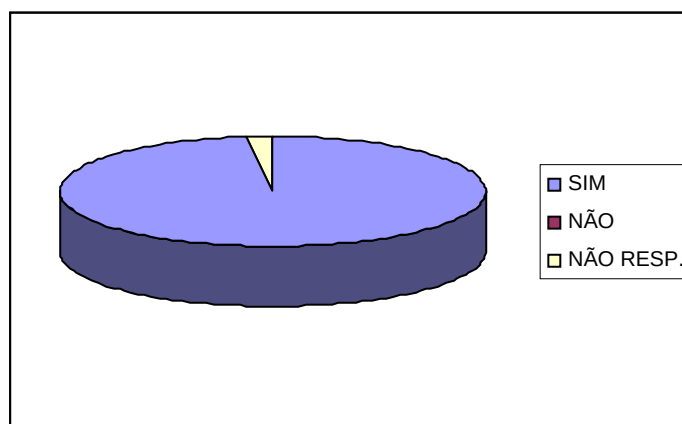


2. Você acredita que visitas a exposições, museus, indústrias, usinas hidrelétricas têm resultados positivos em relação ao seu desenvolvimento pessoal? Justifique.

58 - SIM – 98%;

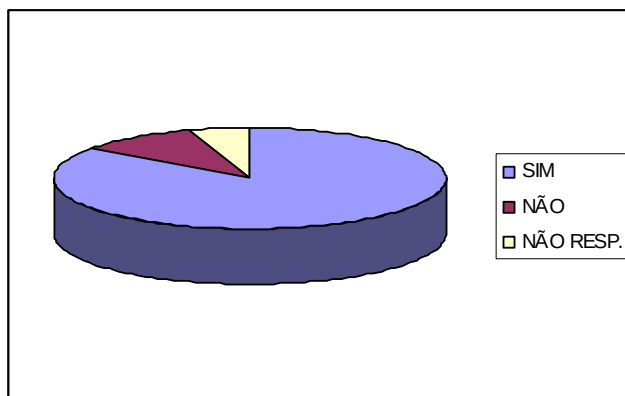
10 - NÃO – 0%;

01 – NÃO RESPONDERAM – 2%



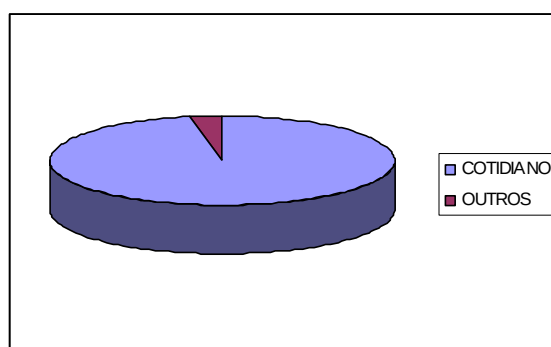
3. A interação entre as disciplinas de laboratório, entre os professores e alunos de outras turmas em algumas atividades de campo, trabalhos interdisciplinares, é proveitosa? Justifique.

50 - SIM – 85%; 06 – NÃO – 10%, 03 – NÃO RESPONDERAM – 5%



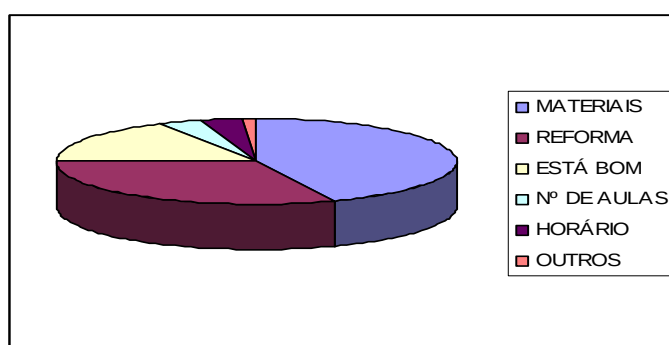
4. Em sua opinião, como é possível melhorar o interesse dos alunos nas aulas de laboratório?

57 - 97% - práticas envolvendo o cotidiano; 02 - 3% - outras.



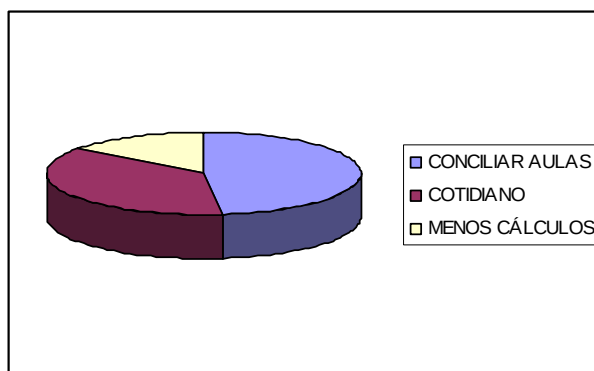
5. Dê sugestões para a Escola melhorar as aulas de laboratório.

26 – 44% - comprar novos materiais; 19 – 32% - reformar o laboratório; 10 – 17% - está bom assim; 2 – 3,5% - aumentar número de aulas; 2 – 3,5% - mudar o horário; 01 – 1% - outros (mudar o reitor; mudar o professor, ficar brincando).



6. Dê sugestões para que os professores possam melhorar as aulas.

28 - **48%** - conciliar o laboratório com a aula teórica; 22 – **37%** - experiências ligadas ao cotidiano; 09 – **15%** - mais práticas e menos cálculos.



Havia outros questionamentos neste trabalho, contudo para este artigo os citados são os mais pertinentes. Uma das questões omitida estava relacionada com a disciplina dos alunos, 61% acham que a Escola deve ser mais rígida. Na visão dos discentes fica evidenciado que o laboratório é proveitoso e auxilia as aulas teóricas. Que as atividades devem estar inseridas no seu cotidiano e devem estar em sincronismo com a aula teórica. Que trabalhos de campo, visitas a exposições, museus, etc. são uma boa metodologia de ensino e que aprovam trabalhos interdisciplinares.

Quanto às críticas, não aprovam aulas que não estejam dentro do conteúdo atual estudado. Também, que as práticas têm que estar diretamente associada ao seu cotidiano, pois com isso o interesse aumenta. Uma fração razoável (15%) acredita que os cálculos deveriam ser abolidos das atividades práticas. Quando inquiridos sobre como melhorar as aulas a maioria, (44%) sugerem compra de materiais novos e (32%) reforma do laboratório.

5) ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES SOBRE INSTRUMENTAÇÃO 2002-2006:

5.1 – Resumos e comentários dos artigos relacionados com instrumentação publicados no período 2002/2006:

Inicia-se com uma análise do Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Na primeira publicação pesquisada: volume 19, nº.1 de 2002, dos 25 artigos editados, 8 referem-se à instrumentação. O primeiro [2] refere-se a levitação magnética como uma aplicação do Eletromagnetismo, os autores utilizam um transformador para ilustrar o fenômeno magnético da “levitação”. A construção é simples e muito bem explorada com relação à experimentação no Ensino de Física. O princípio utilizado para demonstrar o fenômeno da levitação baseia-se na indução de uma corrente elétrica num anel metálico condutor, colocado como secundário do transformador. A corrente induzida faz com que o anel comporte-se como um dipolo magnético, sendo repelido pelo campo magnético gerado pela corrente que circula no enrolamento primário do transformador. Devido à repulsão o anel passa a levitar.

Seguindo, há outro artigo [3] que propõe a determinação do momento de inércia de um volante, não é o método tradicional, porém obtém excelente resultado, foi utilizado um faiscador para este fim. Há uma comparação interessante dos resultados conseguidos nesse método dinâmico, com os resultados obtidos no método tradicional, no qual se mede as dimensões e a massa do corpo rígido, quanto a sua precisão é da ordem de 2%. Além disto, os autores concluem: “verificamos uma concordância melhor que 8% em relação ao método tradicional.”. Em todo artigo o desenvolvimento do método é bem detalhado e claro.

No nº.2 de 2002, em um artigo [4], é apresentado uma construção de um hidrômetro de vagem, muito interessante para ser utilizado interdisciplinarmente com a Biologia, merece destaque o fato do equipamento ter sido desenvolvido por alunos do 3º ano do ensino fundamental e do trabalho ter sido desenvolvido no contexto de um projeto sobre água. Existem várias sugestões do uso do higrômetro em outros experimentos, contudo o objetivo principal dos pesquisadores é: “O objetivo maior deste trabalho não se situa exatamente em torno do higrômetro, senão em ilustrar como se pode explorar as várias possibilidades de um experimento simples de modo integrado ao contexto mais amplo do ensino por projetos.”.

A medição do calor específico do ar em sala de aula é explorado em [5], onde os pesquisadores apresentam um enfoque teórico e experimental para o seu trabalho. Substituíram aparelhos sofisticados por materiais do dia-a-dia dos alunos. É conveniente observar neste trabalho que a discrepância com o valor tabelado é apresentada, dez por cento, o que é um valor muito bom dentro dos objetivos almejados na experimentação, segundo eles as medições são: “totalmente aceitáveis “a nível” do Ensino Médio.”.

A obtenção de uma rede de difração por transmissão, a partir de um CD gravável, é mostrada em [6], e sua utilização na confecção de um espectroscópio portátil. O artigo comenta algumas aplicações qualitativas e explora o ensino da Física Moderna de maneira muito conveniente. A construção do espectroscópio é apresentada de maneira clara e objetiva, com figuras e medidas. O equipamento construído é de baixo custo e possui inúmeras aplicações, entre elas, o trabalho destaca a absorção de espectros do Sol.

Um artigo [7] apresentado no nº 3 de 2002 não é explicitamente referente à construção de equipamento ou apresentação de experiência, contudo foi incluído neste trabalho por tratar dos novos rumos para laboratórios escolar, ele discute o papel das atividades práticas no ensino e revê como o laboratório escolar de ciência tem sido usado. Discute também os equívocos praticados e defende a adoção de uma ampla aplicação de atividades práticas experimentais. Ainda é discutido uma mudança de foco no trabalho de laboratório, não sendo esse apenas um roteiro de atividades e realização de medidas, mas a utilização do laboratório de maneira mais investigativa, fazendo-se análise de resultados e reflexões sobre implicações destes.

O espalhamento Rayleigh da luz [8] é discutido de maneira bastante esclarecedora, é enfocada uma modelagem desse espalhamento, que é um fenômeno natural, e pode ser reproduzido em laboratórios ou até mesmo em sala de aula. Através do desenvolvimento da experimentação muitas propriedades da Óptica podem ser desenvolvidas, o trabalho sugere a exploração da modelagem em espaços formais e não formais de educação, discute ainda, no referencial do ensino aprendizagem, a validade da utilização de modelagens.

A Óptica Física é discutida de maneira diferenciada em [9], pois inicia-se por transformar um laser de diodo para experimentos. O laser utilizado é do “tipo chaveiro” muito comum e de fácil obtenção no mercado. Além de barato é uma excelente fonte de luz: “intensa, colimada e bastante monocromática.” O trabalho explica como resolver os dois problemas referentes à utilização deste laser: a baixa durabilidade das pilhas originais e a falta de um dispositivo que a mantenha ligado sempre. Finalizando são fornecidos exemplos de experimentos diversos na área da Óptica Física com utilização do laser.

Outro artigo discute o papel da instrumentação no Ensino da Física, de maneira bastante proveitosa, mas não semelhante a [7], neste [10], a instrumentação é discutida com base em alguns exemplos práticos relacionados à lei de Snell-Descartes. Sugerem-se 4 diferentes abordagens no ensino desta lei, mostrando a importância da exploração de aspectos conceituais e processuais na atividade experimental que reflitam a atividade científica.

Um trabalho [11] esclarece as possíveis consequências de se usar pilhas novas, associadas em paralelo, com usadas. Ainda discute, qualitativamente, utilizando-se conceitos de Eletricidade e de análise de circuitos, a maneira como são abordados em aulas de Física do Ensino Médio. O artigo conclui que deve-se evitar este tipo de associação, para busca de

maiores informações é sugerido como referência Catelli (1985), onde pode ser encontrado, segundo os autores, valores quantitativos, e como medir a resistência interna destas pilhas.

Muito peculiar o artigo apresentado por professores da UERJ, pois tem por objetivo solucionar o problema da carência de miliamperímetros no laboratório de Eletricidade e Magnetismo da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Pesquisou-se uma forma econômica de suprir esta carência, contudo o procedimento é exposto por poder ser utilizado em uma prática de laboratório de Física [12].

A fabricação de resistores de papel e grafite é apresentada de maneira muito simples em [13], utiliza-se lápis e papel, basicamente, para a exposição de uma prática de ensino experimental de Eletricidade. A viabilidade da utilização dos resistores para aprendizagem experimental de Eletricidade foi relacionada especificamente com os conteúdos: resistividade e resistência equivalente em associações série e paralelo de resistores. O artigo descreve ainda sobre o baixo custo do experimento e o engajamento dos alunos na atividade experimental.

Um artigo intitulado: “Associação de pilhas em paralelo: Onde e quando usamos?” [14], faz críticas e comentários a respeito do artigo anterior que discutiu a associação de pilhas novas e usadas em paralelo [11]. Estas críticas apontam erros conceituais em Física, como uma identidade entre força eletromotriz equivalente de uma associação de pilhas e a diferença de potencial elétrico que tal associação fornece à porção externa do circuito elétrico. Além disso, criticam a conclusão, pois nela os autores passam a idéia que associação de pilhas em paralelo é usual, o que não é, segundo estes autores.

Com relação à importância da experimentação na compreensão de um fenômeno físico sobre interferência, denominado batimentos de ondas sonoras. O trabalho [15] apresenta várias alternativas para experimentação, juntamente com algumas limitações de cada uma delas. Um software foi desenvolvido especificamente para este experimento, após avaliação deste, os resultados quantitativos e qualitativos obtidos pelos autores foi considerado: “bastante satisfatório.”.

Um trabalho interessante é apresentado sobre a invisibilidade da garrafa [16], embora já muito difundido, este experimento muitas vezes não é explicado de maneira correta, aliás, este é o objetivo do artigo, fornecer a explicação correta, e não de montar o experimento propriamente dito. O artigo é curto, simples e alcança o objetivo proposto. O artigo conclui que a invisibilidade está ligada a refração da luz e não a equivalência dos índices de refração dos meios.

Uma atividade experimental de demonstração é sugerida em um artigo sobre imagens dentro de lâmpadas [17]. O trabalho responde uma dúvida com relação a imagens brilhantes que se observam dentro dessas lâmpadas. A resposta. “um tanto curiosa”, segundo os pesquisadores, é que a parte inferior funciona como um espelho côncavo, já a parte superior

como um convexo. O artigo explora o dispositivo (a lâmpada), para tornar a aula sobre espelhos côncavos e convexos, na Óptica Geométrica, mais atraente.

A radiação é analisada em um trabalho onde foram feitas inúmeras medidas de traços de radioatividade em amostras de leite [18]. A radiação estudada foi a natural: as terrestres, raios cósmicos e as fontes artificiais criadas pelo homem. O leite em pó, utilizado no Brasil, após o acidente de Chernobyl em 1986, apresentou altos níveis de radioatividade, isto porque grande parte era importado da Europa. O trabalho conclui, baseado nas normas da Agência Internacional de Energia Atômica, que não há nenhuma restrição atualmente, todos os níveis analisados foram considerados normais.

Outro artigo que utiliza lâmpadas fluorescentes é apresentado na mesma edição, [19]. Os pesquisadores já o intitulam: “Um experimento de baixo custo”, e realmente é, tem como objetivo determinar a pressão interna dessas lâmpadas, com isto, contribuir com uma experiência simples, provocante e interessante para o Ensino Básico. O experimento resume-se a utilização de uma lâmpada fluorescente queimada, um prego e um balde com água, custo zero. Como dentro dessas lâmpadas existe gás a baixa pressão, ao perfurá-las dentro d’água, rapidamente o líquido sobe em seu interior. Os conceitos de Hidrostática e Comportamento de Gases são sugeridos para serem explorados em turmas de Ensino Médio.

Um trabalho bastante diversificado, com relação às áreas de conhecimento, trata da construção de um dinamômetro sensível (o pêndulo gravitacional), e sua utilização para medir forças de pequena intensidade. O artigo apresenta medidas de forças eletromagnéticas produzidas entre corrente elétricas paralelas em uma balança de Ampère. Os dinamômetros sensíveis e sofisticados que são encontrados no mercado são muito caros, o dinamômetro sugerido, porém é de baixo custo e bastante sensível, e amplia o leque de aplicações a outros experimentos [20].

Também envolvendo conceitos de Gases (Termodinâmica) outro artigo [21], se propõe a apresentar um experimento contra-intuitivo, o interessante do artigo é mostrar que, muitas vezes, não pode-se confiar na intuição, o senso comum é refutado com uma experiência simples onde dois balões, inflados desigualmente, são conectados por uma mangueira, após a conexão, os balões podem ficar com volumes inalterados ou o balão menor tanto pode inflar quanto desinflar, tudo depende dos volumes iniciais dos balões.

Um disco rígido de computador é utilizado num trabalho onde é sugerido algumas aplicações didáticas para esses potentes ímãs permanentes existentes no interior dos “drives” de computador [22]. As montagens, quatro, são fáceis e sugeridas para apresentações em feiras de ciências ou mesmo em salas de aula. Através delas são observadas qualitativamente leis da Mecânica e do Eletromagnetismo discutidas no Ensino Médio. As sugestões de construção são: acelerador magnético linear; pêndulo magnético aleatório; freio magnético; deslizamento de um ímã em um plano inclinado.

Um experimento demonstrativo e “intrigante”, segundo os pesquisadores, é sugerido para ser apresentado em sala de aula [23], o trabalho apresenta uma demonstração relacionada com a liquefação de oxigênio existente no ar sobre uma superfície resfriada com nitrogênio líquido. O objetivo é que os alunos façam análise e discussão do experimento para chegarem numa explicação correta do fenômeno, baseado nos conceitos de temperatura, calor e mudança de estado.

Outro trabalho sobre medida da velocidade do som no ar [24], é apresentado com o objetivo de suprir a falta de infra-estrutura mínima para realização de atividades experimentais no Ensino Médio. Um aparato simples que utiliza um tubo de ensaio adaptado como tubo de kundt, permite encontrar o valor da velocidade do som no ar muito próximo ao indicado na literatura. Além disso, é possível, segundo os autores: “A visualização e consolidação da idéia da formação de uma onda mecânica estacionária em um tubo fechado”

Uma luneta construída com lentes de óculos e monóculos de fotografias é apresentada neste artigo, [25]. Os objetivos dos autores são: montagem de uma luneta de fácil construção; utilizar materiais alternativos e de fácil localização no comércio; utilizar materiais de baixo custo e resistente ao manuseio de alunos. Com a luneta é possível observar as crateras lunares, segundo seus autores. O trabalho apresenta ainda uma construção de um tripé de garrafa Pet e uma montagem deslizante da ocular para facilitar a determinação do local de formação da imagem.

O raio efetivo é desenvolvido em um trabalho sobre cinemática rotacional [26], os pesquisadores apresentam várias medidas experimentais dos módulos das componentes horizontal e vertical da posição de projéteis esféricos de aço, lançados horizontalmente, após serem liberados de alturas diferentes em uma pista de alumínio sulcada. De maneira esclarecedora, eles tratam das três formas possíveis de se estudar o problema: supondo que durante o deslocamento a velocidade é puramente de translação; considerando também a rotação; associando essas velocidades ao conceito de raio efetivo, que depende da largura do sulco da pista. A análise mostra que os módulos dos componentes da posição dependem do raio efetivo do projétil, concluindo que experimentos de conservação de energia mecânica envolvendo o movimento de esferas em pistas sulcadas devem ser precedidos por uma escolha adequada do raio das esferas.

Outro artigo envolvendo construção de dispositivos de baixo custo é apresentado, vários capacitores de grafite foram construídos sobre papel, copos e garrafas plásticas [27], além disso, os valores de capacitância de cada um foram medidos, devido ao alto grau de liberdade dada aos alunos, os autores consideraram a atividade experimental como: “... simultaneamente educativa e lúdica.”. É interessante comentar que o trabalho tornou-se tema de uma dissertação de mestrado e que participaram da atividade, além do orientador e orientando, alunos de uma escola pública estadual.

Embora o título do artigo não sugira ser um trabalho na área de instrumentação: “Intervenções do professor e do aluno na construção do conhecimento” [28], ele relaciona instrumentação e construção do conhecimento. A pesquisa envolveu alunos de primeira e segunda série o Ensino Médio da rede particular, onde se investigou como as intervenções do professor e do aluno interferem na aprendizagem. Este trabalho foi elaborado num contexto de atividades experimentais sobre equilíbrio dos corpos, que culminaram com a construção e utilização de uma balança analítica.

Outro trabalho sobre construção de resistores [29] é apresentado, a construção é simples e de baixo custo, embora o trabalho tenha sido realizado por alunos de iniciação científica de um curso de Física, pode ser muito bem trabalhado com alunos do Ensino Médio. Os resistores foram fabricados com tubos plásticos de filmes, água e soluções aquosas de NaCl e NaHCO₃. Estes resistores foram submetidos a tensões variáveis. Com utilização de um amperímetro foram traçados gráficos de $i \times V$ e observado o comportamento ôhmico resultante.

Um artigo sobre instrumentação na área do Eletromagnetismo mostra como é possível determinar a sensibilidade de bobinas magnéticas utilizando a Lei de Indução de Faraday [30]. O trabalho descreve toda a montagem do aparato experimental que consegue determinar a sensibilidade (área efetiva) de bobinas magnéticas por meio desta Lei. Os resultados obtidos foram concordantes com os valores teóricos, o que indica a adequação do procedimento adotado. A apresentação de várias fotos, figuras e gráficos torna o trabalho bastante claro.

O último artigo citado refere-se ao volume 23, número 2 de agosto de 2006. Assim o período da pesquisa realizada no Caderno Brasileiro de Ensino de Física é de abril de 2002 até agosto de 2006.

O trabalho de pesquisa também envolveu a Revista Brasileira de Ensino de Física, as publicações consultadas referem-se ao período de 2002, volume 3, número 1, até 2006, volume 7, número 1, em seu encarte: “Física na Escola”.

O primeiro trabalho analisado nesta publicação científica refere-se a Física envolvida no Rapel [31], um esporte radical em grande ascendência. O artigo apresenta um método de ensino inovador, que busca uma melhor qualidade no aprendizado, isso levou o trabalho a receber o primeiro lugar no II Prêmio Jovem Cientista do Futuro – 2001. O principal objetivo foi de se construir uma atividade prática de Física contextualizada, o Rapel foi escolhido, pois um dos pesquisadores é praticamente do esporte e, além disso, como o objetivo era aplicar a atividade em turma de primeiro ano do Ensino Médio, muitos conceitos da Mecânica envolvidos no Rapel puderam ser trabalhados.

Bastante interessante o artigo intitulado: “Fotografando o que não se vê” [32], nele é apresentada uma técnica, muito simples, para “congelar” movimentos impossíveis de se ver a olho nu. Várias atividades experimentais são apresentadas, tais como o estouro de uma bexiga e o clássico disparo em um pedaço de giz, as fotos congeladas são de ótima definição. A

montagem do aparato experimental não é muito simples talvez não seja adequado ao Ensino Médio, é utilizado um tiristor por exemplo, nem de baixo custo, necessita-se de uma máquina fotográfica com controle de tempo de exposição, microfone, flash e outros equipamentos. Contudo, após sua montagem a gama de aplicação em experiências de Física é muito ampla.

Um densímetro de baixo custo, construído utilizando-se apenas um prego, um “canudinho de refresco” e cola é apresentado, [33]. O instrumento é utilizado para medir densidade de líquidos através do Princípio de Arquimedes: o Empuxo. Os cálculos literais foram apresentados de maneira clara. Os resultados dos valores de densidade obtidos para alguns líquidos: água, óleo, álcool e glicerina, chegam ser surpreendente, a precisão é de 99%, segundos os pesquisadores.

Para alguns professores que acreditam não ser possível utilizar-se da instrumentação fora do laboratório, um artigo merece destaque: “Improvizando dentro da sala de aula.”, [34]. O trabalho desenvolve temas da Óptica como o astigmatismo, utilizando-se apenas de uma vela e um copo com água. Com uma caneta esferográfica e um pequeno laser é explicado o funcionamento da fibra óptica e o conceito de reflexão total. A existência da pressão atmosférica é comprovada com a utilização de canudos e um copo com água. As três atividades têm custo muito baixo, são simples e podem ser desenvolvidas dentro de sala de aula.

A construção de um espectrômetro de baixo custo é apresentada em um trabalho em que os conceitos de difração e espectro de luz são bem trabalhados [35]. Os autores destacam que: “A observação desses diferentes espectros de luz no Ensino Médio certamente levará a uma discussão aprofundada não somente sobre a natureza da luz, mas também sobre o desenvolvimento da Física e Química”. No trabalho existe um bom detalhamento sobre a confecção do espectrômetro caseiro, as medidas e figuras apresentadas tornam o procedimento de construção bastante simples.

Em: “Sugestão de experimento para a verificação da troca de calor por convenção.”, [36], o pesquisador apresenta uma proposta de construção de baixo custo, são utilizados apenas dois canecões de alumínio e dois tubos de alumínio, porém, é necessário a utilização de um ebulidor e de um termômetro digital para se alcançar a verificação. O autor sugere: “A atividade é útil para professores de escolas públicas com poucos recursos materiais”.

Após a observação dos pesquisadores que ilusões de Ótica geram, na maioria das vezes, um interesse muito grande nos alunos. Um artigo foi produzido sobre o tema [37], nele os autores apresentam uma construção de um disco com fenda radial que quando girado próximo ao monitor de um computador pode, dependendo da sua velocidade de rotação, produzir ilusões de Ótica, tais como: uma roda de um veículo pode estar parada, com o carro em movimento para frente, girando para trás ou ainda girando muito devagar em relação ao

veículo. Há também no artigo um estudo sobre deformações na imagem, porém não parece ser tão adequado para o Ensino Médio, mas sim para um curso de graduação.

Em um artigo interessante [38], os pesquisadores apresentam a montagem de um experimento de baixo custo para verificação da velocidade do som no ar, eles expõem que a velocidade padrão utilizada, 340m/s à 20°C, é muito influenciada por mudanças de temperatura, sendo assim, propõem que esta velocidade deva ser medida antes de se realizar um experimento ou mesmo resolver exercícios propostos nos livros didáticos. Em sua segunda parte, com ajuda de um microfone e de um bom computador ligado à internet, é possível obter um espectro sonoro de um tubo, através de um software.

Um trabalho sobre força magnética sobre correntes elétricas [39], propõe a construção de um motor linear para demonstração direta da ação de um campo magnético sobre uma corrente elétrica. O aparato não é de baixo custo, necessita do uso de relé, placas acrílicas e interruptor, todavia após sua montagem, além da verificação proposta, com uma sofisticação pode funcionar como um oscilador e como um gerador, como predito pela Lei de Faraday.

Outro artigo sobre fotografias estroboscópicas [40] é apresentado, os resultados obtidos, e suas aplicações assemelham-se ao de [32], todavia sua apresentação é diferente, neste é mostrado o circuito da lâmpada estroboscópica, ela é comprada, segundo os autores, com facilidade, porém uma lâmpada estroboscópica foi montada utilizando um farol de Fusca. Com o circuito montado, o controle da frequência do acendimento da lâmpada (ajuste do pisca-pisca) foi conseguido por meio de um potenciômetro. O resultado do trabalho é apresentado através de fotos de uma bolinha de ping-pong pingando, com regulagens diferentes de frequência e de outras fotos de um pêndulo em movimento.

Embora pouco estudado, uma das formas possíveis para demonstrar a interferência da luz é o espelho de Lloyd. O artigo [41] descreve uma versão deste dispositivo de baixo custo e simples execução. Um laser de caneta comprado facilmente no mercado, um espelho e uma ocular de 15x bastam para se proceder a montagem experimental. Os resultados, segundo os autores, são: “empolgantes; o contraste de franjas claras e escuras é surpreendente...”. Os autores fazem referências a outros artigos sobre o mesmo experimento, contudo acreditam que o apresentado por eles apresenta algumas vantagens.

Um trabalho sobre padrões de interferência em tecidos de cortina [42] chega a ser surpreendente pelo grau de simplicidade da observação, os autores sugerem apenas o manuseio dos tecidos e a visualização direta dos padrões de interferência em cada um deles. Estes padrões são conseguidos pela superposição dos tecidos, imediatamente observam-se várias faixas claras e escuras sobre o tecido, estas faixas estão relacionadas, segundo o autor, aos chamados padrões de Moiré. Há no artigo outras sugestões para obtenção desses padrões, um curioso, utiliza dois pentes pretos, outro, duas peneiras usadas em cozinha.

Os recipientes de vidro dotados de tampa do tipo abre-fácil são utilizados em um artigo sobre a Física na cozinha [43]. Aparatos experimentais são apresentados tanto na área da Mecânica, como Calor, Gases e Hidrostática. Três experimentos são mostrados, todos bastante objetivos, seguindo um mesmo roteiro: o procedimento e a explicação. O primeiro refere-se a produção de um jato de água, o segundo e o terceiro a verificação da atuação da pressão. Existe ainda sugestão de montagem de outro experimento.

Um trabalho sobre experiências de Física Moderna [44], inicia com um breve relato sobre a importância dos avanços da espectroscopia desde 1859 até a atualidade, em uma parte relata dos pesquisadores: “É importante notar que praticamente tudo que se sabe sobre a composição química dos astros se deve aos avanços da espectroscopia”. Além disso, expõe sua importância e contribuições à ciência, principalmente na indústria e em análises clínicas. Em seguida é apresentado um conjunto de experimentos que podem ser utilizados por professores de Física para discutir conceitos de Física Moderna. Os experimentos permitem determinar a constante de Planck e formas discretas de emissão e absorção de radiação. Estes experimentos são de baixo custo e de fácil reprodução, as montagens estão bem explicadas e muitas fotos são apresentadas.

Um trabalho sobre Mecânica apresenta como título uma pergunta: “Podem molas em queda livre ter aceleração maior do que a da gravidade?”, [45]. Os autores iniciam o artigo discutindo as Leis de Newton, explicam que para um corpo rígido próximo a superfície da terra a aceleração, em queda livre é $9,8 \text{ m/s}^2$. Contudo para corpos não rígidos existem partes deles que tem acelerações maiores ou menores. Várias fotos do experimento são mostradas, são usados materiais de baixo custo como uma “mola maluca” plástica e espiral para encadernação. O artigo conclui que para estes corpos, pode-se ter acelerações muito diferentes da gravidade quando eles estão em queda livre, no experimento estimam uma aceleração 40 vezes maior que o valor da aceleração gravitacional.

Outro trabalho sobre Mecânica, especificamente sobre a Lei da Inércia é apresentado [46]. Nele, dois experimentos, muito comum nos livros didáticos do Ensino Médio, usados para exemplificar a Lei da Inércia são discutidos mais profundamente, levando em consideração o atrito: “Assim sendo, a ligação com a Lei da Inércia não é imediatamente óbvia”. As experiências são muito simples, uma propõe o lançamento de uma moeda em direção a uma pilha delas, e a segunda um cartão é colocado sobre um copo e uma moeda sobre o cartão, ao puxar rapidamente o cartão a moeda cai dentro do copo, sugerindo o Princípio da Inércia. O trabalho conclui que os experimentos só são válidos quando o atrito é desprezado.

Um trabalho sobre construção de uma mini-estação meteorológica [47] mostra três versões básicas de equipamentos científicos usados para medidas experimentais de condições climáticas, são sugeridas uma possível construção de um barômetro, um higrômetro e um anemômetro, todos confeccionados com materiais de baixo custo como: carretel; cabelo; isopor;

vidro de maionese entre outros. Todas as montagens são simples e são apresentadas fotos dos equipamentos prontos.

Um artigo sobre colisões propõe a montagem de um novo aparato experimental para o estudo de colisões de maneira lúdica [48], o aparato pode vir a ser usado como um jogo. Os autores têm por objetivo estudar comparativamente a teoria e a prática de um sistema mecânico. A montagem propõe uma colisão de um pêndulo físico com uma bolinha, a posição da queda pode ser determinada pelas leis da conservação do momento linear e energia mecânica. Os autores consideram a montagem como uma atividade lúdica e concluem demonstrando que existe uma relação simples entre o alcance e a posição angular de lançamento do pêndulo.

Em outro trabalho sobre medida da velocidade do som no ar [49], os autores iniciam relatando conhecerem a dificuldades das escolas quanto à falta de um laboratório de ciências e a falta de computadores para atender a uma turma completa, contudo acreditam que não devem deixar de apresentá-lo, pois a informatização caminha rápido. O artigo apresenta uma forma de se determinar a velocidade do som no ar via placa de som do computador. Um software é utilizado para tal, também necessita-se de microfones, capacitores, resistores, fontes C.C., entre outros. A montagem do experimento não é o principal objetivo do artigo, o objeto é: “Uma demonstração interativa”, segundo os autores.

O comportamento “intrigante” do pêndulo elástico é estudado em detalhes num artigo sobre análises dos fenômenos observados neste tipo de sistema mecânico [50]. Uma montagem é proposta, onde o peso pode ser variado e assim observar-se trocas de energias relativas aos movimentos de oscilação do tipo massa-mola e pêndulo no plano. Algumas medidas simples são feitas para observar-se o fenômeno da ressonância. Os autores sugerem o trabalho como: “uma maneira extremamente motivadora e desafiadora com estudantes em diferentes níveis de aprendizado”.

A bibliografia de cada artigo não será citada neste apêndice, mas podem ser facilmente com seguidas nas revistas pesquisadas, de forma impressa ou pelos site destas.

6) BIBLIOGRAFIA DE WALDEMR POULSEN:

Valdemar Poulsen

(1869 - 1942)



Engenheiro elétrico e inventor dinamarquês nascido em Copenhague, que demonstrou o *princípio da gravação magnética* quando ele apresentou seu invento chamado o *telegrafone* (1900), que gravava magneticamente a voz num condutor metálico. Filho de um juiz da corte, desde cedo demonstrou interesse por física e desenho e o seu talento inventivo, embora não gostasse de matemática. Após formatura (1893) na Universidade de Copenhague, passou a trabalhar para a Companhia Telefônica de Copenhague onde pegou suas primeiras patentes, a de um sistema de radiotelefonia e a do *telegrafone*, para gravação conversações telefônicas (1898), descobriu os arcos e ondas de Poulsen (1903) e efetuou a primeira transmissão de voz pelo rádio (1904), através do *telegrafone*, que na realidade foi um avanço do telefone. Desenvolveu o primeiro dispositivo para gerar *ondas contínuas de alta-freqüência*, resultado do aperfeiçoamento do *arco cantante* inventado por William Duddell e que gerava freqüências audíveis. O dinamarquês modificou-o, fazendo com que gerasse ondas de alta freqüência. O arco era formado entre um catodo de cobre e um anodo de carbono, trabalhando em uma atmosfera gasosa e submetida a um campo magnético transversal. Nos anos seguintes à sua invenção, dispositivos utilizando uma ampla variedade de mídias para gravação magnética foram desenvolvidos por pesquisadores na Alemanha, Inglaterra e nos Estados Unidos. Os principais foram as fitas e os discos magnéticos, que além de serem usados para gravar e reproduzir sinais de áudio e vídeo também armazenam dados de computador e medições de instrumentos utilizados em pesquisa científica e médica. Morreu em Copenhague, sua cidade natal.

Figura copiada da página POULSEN'S PATENT:

<http://www.amps.net/newsletters/issue27/>

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)