

Universidade do grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”

UNIGRANRIO

Paulo Alberto de Vasconcellos Brigagão

A relevância da utilização de experimentos com materiais de baixo custo para a melhor aprendizagem do ensino da Física.

Duque de Caxias

2015

Paulo Alberto de Vasconcellos Brigagão

A relevância da utilização de experimentos com materiais de baixo custo para a melhor aprendizagem do ensino da Física.

Dissertação apresentada à Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy” como parte dos requisitos parciais para obtenção do grau de mestre em Ensino das Ciências em Educação Básica.

Área de Concentração:
Ciências Exatas e da Terra.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardo Silva Souza
Co-orientadora: Prof. Dra. Jurema Rosa Lopes

Duque de Caxias
2015

CATALOGAÇÃO NA FONTE/BIBLIOTECA – UNIGRANRIO

B854r Brigagão, Paulo Alberto de Vasconcellos.

A relevância da utilização de experimentos com materiais de baixo custo
para a melhor aprendizagem do ensino da física / Paulo Alberto de Vasconcellos

Brigagão. - 2015.

88 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências na Educação Básica) –
Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”, Escola de Ciências,
Educação, Letras, Artes e Humanidades, 2015.

Paulo Alberto de Vasconcellos Brigagão

A relevância da utilização de experimentos com materiais de baixo custo para a melhor aprendizagem do ensino da Física.

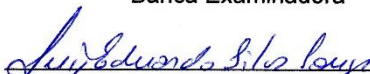
Dissertação apresentada à Universidade do Grande Rio "Prof. José de Souza Herdy" como parte dos requisitos parciais para obtenção do grau de mestre em Ensino das Ciências em Educação Básica.

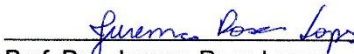
Área de Concentração:
Ciências Exatas e da Terra.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardo Silva Souza
Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Jurema Rosa Lopes

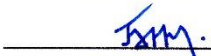
Aprovado em 17 de junho de 2015.

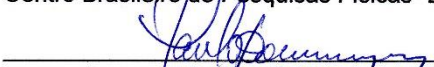
Banca Examinadora


Prof. Dr. Luiz Eduardo Silva Souza
Universidade do Grande Rio - Orientador


Prof. Dra. Jurema Rosa Lopes
Universidade do Grande Rio – Co-Orientadora


Prof. Dr. Antônio Carlos Fontes dos Santos
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ


Dr. José Abdalla Helayél-Neto
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas- LAFEX


Prof. Dr. Paulo Henrique Porcheto Domingues
Universidade do Grande Rio

À Deus, o Grande Arquiteto do Universo, por estar sempre presente, orientando cada minuto de minha vida, a minha esposa Kátia e ao meu filho Luiz Paulo pelo imenso apoio e incentivo extremo. Ao amigo e irmão Professor MSc Nelson Lage da Costa pela imensa paciência e preciosa ajuda. Ao companheiro de mestrado Professor Luiz Marco pela imensa ajuda na estatística. A minha orientadora Professora Dra. Jurema Rosa Lopes pela paciência e valorosa ajuda. Aos Doutores Antônio Carlos Fontes dos Santos e José Abdalla Helayël-Neto pela atenção dada e pela imensa colaboração. A todos os que me ajudaram a produzir esse trabalho o meu muito obrigado!

Agradeço,

aos orientadores Dr. Luiz Eduardo Silva Souza e Dra. Jurema Rosa Lopes, pelos preciosos ensinamentos e pela compreensão dispensados em cada fase deste trabalho.

Aos professores Dr. Antônio Carlos Fontes dos Santos e Dr. Paulo Henrique Porcheto Domingues por terem participado da minha banca de qualificação, especialmente, pela atenção dispensada e sugestões para o aprimoramento da pesquisa.

Ao Dr. José Abdalla Helayël-Neto por aceitar fazer parte da banca de defesa desta Dissertação, pela atenção dispensada e sugestões.

Resumo

Há um consenso no meio docente quanto a idéia de que a utilização de práticas experimentais em conjunto com a teoria, implica um fortalecimento dos conceitos básicos da aprendizagem, principalmente no que se refere ao entendimento da Física. Tais conceitos, fortalecidos, promoveriam uma aprendizagem significativa de relevância. Porém, o que ocorre na prática cotidiana em sala de aula, é relegar ou mesmo abandonar as aulas experimentais, criando uma discrepância entre “o que deve ser feito” e “o que é feito”. Esta pesquisa, de maneira simplificada e objetiva, indicou a importância da utilização de experimentos simples em sala de aula, utilizando materiais de baixo custo. Apontou, também, alguns sites na internet de experimentos de Física, objetivando unicamente auxiliar a escolha e execução de experimentos, todos simples, de fácil confecção e de razoável atratividade. Portanto, partindo do pressuposto de que tais experimentos auxiliam a assimilação dos conteúdos, promovendo uma aprendizagem significativa conceitual e substancial, esta pesquisa objetivou a redução das possíveis barreiras criadas entre utilizar ou não utilizar os experimentos em sala de aula, fornecendo ao docente uma facilitação na escolha das práticas experimentais, de acordo com a sua disponibilidade. Além disso, uma proposta educacional foi sugerida no que se refere a como realizar os experimentos. Ainda na linha de auxílio, na utilização de práticas experimentais em sala de aula, um conjunto de materiais de baixo custo e de fácil aquisição, doravante chamado *kit*, foi disponibilizado, no desejo de o mesmo ser utilizado em uma grande quantidade de experimentos simples aplicados as aulas de física do Ensino Médio. Tal prática foi analisada, indicando que os conceitos que sustentam as teorias dos alunos foram alterados positivamente com a utilização da metodologia proposta, possibilitando uma modificação do desempenho destes nas avaliações de aprendizagem propostas.

Palavras-chave: Ensino de Física. Baixo Custo. Experimentos de Física. Kit de Física.

Abstract

There is a consensus among teachers, concerning the idea that the use of experimental practices in conjunction with the theory implies a strengthening of the basic concepts of learning, mainly with regard to the understanding of physics. Such strengthened concepts would promote meaningful learning. But what occurs in daily practice in the classroom, is to relegate or even to abandon the experimental classes, creating a discrepancy between "what should be done" and "what is done". The present research, in a simplified and objective manner, indicates the importance of applying simple experiments in the classroom, using low cost materials. Also pointed out some sites in Internet of physics experiments, aiming assist the choice and execution of experiments, all simple, easy to manufacture and reasonably attractive. Therefore, starting from the assumption that such experiments help the assimilation of content, promoting a conceptual and substantial meaningful learning, the present research aims to reduce the possible barriers between use or not to use the experiments in the classroom, providing the teacher a choice of several experimental practices, according to their availability. In addition, a new proposal has been suggested regarding how to perform the experiments. A set of materials of low cost and easy to purchase, now called kit was made available, to be used in a lot of simple experiments applied at the high school physics classes. This practice was analyzed, indicating that the concepts underpinning theories of students have changed with the use of the proposed methodology, enabling improving the performance of the assessments of learning proposals.

Keywords: Physics Teaching. Low Cost. Physics experiments. Kit of Physics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Kit de materiais de baixo custo.	81
Figura 2- Composição do kit.	82
Figura 3 – Experimento de Reflexão Total com garrafa pet.	84
Figura 4- A Luz faz curva.	86
Figura 5- Simples motor elétrico.....	86
Figura 6- A pressão hidrostática.....	86
Figura 7- Centro de Gravidade.....	86
Figura 8- A Refração da Luz.	86
Figura 9- A reflexão Total.....	86
Figura 10- A Difração da Luz.	87
Figura 11- Microscópio de Seringa.	87
Figura 12- Túnel de Luz.....	87
Figura 13- Caleidoscópio	87
Figura 14- Disco de Newton	87
Figura 15- Disco de Newton.....	87
Figura 16- Distribuição t de Student.	88

LISTA DE QUADROS

Quadro I – Artigos sobre Formação de Professores/Ensino de Laboratório	35
Quadro II – Gráfico do desempenho dos alunos.....	51
Quadro III – Cartão de Relatório – Teste t- pareado – Âmbito Privado - Aplicativo MiniTab.....	54
Quadro IV – Relatório de Diag. – Teste t- pareado – Âmbito Privado - Aplicativo MiniTab.....	55
Quadro V – Relatório Resumo – Teste t- pareado – Âmbito Privado - Aplicativo MiniTab.....	56
Quadro VI – Cartão de Relatório – Teste t- pareado - Âmbito Público - Aplicativo MiniTab -.....	57
Quadro VII – Relatório de Diag. – Teste t- pareado - Âmbito Público - Aplicativo MiniTab -.....	58
Quadro VIII – Relatório Resumo – Teste t- pareado - Âmbito Público - Aplicativo MiniTab -.....	58

LISTA DE TABELAS

TABELA I –	
Relação de notas das avaliações feitas pelos alunos -.....	49
TABELA II –	
Desempenho médio das turmas-.....	50

Sumário

1	Introdução.....	11
2	A Física, a tecnologia e a Aprendizagem.....	16
2.1	A Física e a Tecnologia	16
2.2	O Ensino de Física e a sua Aprendizagem	18
2.3	A Aprendizagem Significativa.....	21
3	Os Problemas e Desafios na Aprendizagem da Física.....	24
3.1	Quais os Problemas da Aprendizagem da Física?	24
3.2	Quais os Desafios no Ensino da Física?.....	28
3.3	A Importância de Atividade experimental para a Aprendizagem da Física	30
3.4	Novos Recursos Ajudam a Aprender Física?.....	34
4	A Metodologia.....	37
4.1	O Campo Empírico	37
4.1.1	Escola Estadual Vicentina Goulart	38
4.1.2	Escola Estadual Figueira	39
4.1.3	Colégio Novo Horizonte	39
4.1.4	Colégio Leopoldo	40
4.2	Os Sujeitos do Estudo.....	40
4.2.1	Os Professores	40
4.2.2	Os Alunos	41
4.3	A Coleta dos Dados	42
5	A Análise dos Resultados	45
5.1	Respostas aos Questionários	45
5.1.1	Respostas do Questionário dos Docentes	45
5.1.2	Respostas do Questionário dos Discentes	47
5.1.3	Dados Coletados nas Avaliações 1 e 2	48
5.2	O Tratamento Estatístico	51
5.2.1	Estatística dos Resultados da Turma de Âmbito Privado	51
5.2.1.1	Tratamento Estatístico.....	52
5.2.1.2	Tratamento Estatístico com Aplicativo Minitab.....	54
5.2.2	Estatística dos Resultados da Turma de Âmbito Público.....	56
5.2.2.1	Tratamento Estatístico com Aplicativo MiniTab.....	57

6	Conclusões e Recomendações Finais	59
	Referências	61
	Apêndices	70

1 Introdução

Quanto mais nos aprofundamos nas literaturas, que tratam do ensino das Ciências, em geral e da Física, em particular, como por exemplo, Huizinga (1996), Almeida (1998), Feynman (1999), Carvalho (2003), Delizoicov (2004), Farias (2008), Lunkes (2014), entre outros, mais contundentes se tornam os argumentos, para fundamentar uma direção de consenso no meio docente, de que a utilização de práticas experimentais em conjunto com a teoria, implica diretamente em um aprimoramento do conhecimento dos alunos, relacionando as suas vivências com as ideias e fundamentos da Física, promovendo uma aprendizagem significativa de relevância.

Podemos constatar, nas dissertações e teses publicadas nos últimos quinze anos, que seus autores discorrem sobre a importância da utilização de práticas experimentais, tais como Lopes (2001), Pizarro (2000), Santos (2003) entre outros, indicando um fortalecimento dos conceitos científicos com a utilização de práticas e experimentos, corroborando com os autores supra citados inicialmente. Porém, autores tais como Pessoa (1985), Axt (1991), Galiazzi (2001), Peixoto (2003) entre outros, indicam que a prática de experimentos, têm acontecido de maneira discreta ou mesmo inexistente no Ensino Médio.

Nesse levantamento, foi fortalecida a ideia de que, o ensino de Física ministrado nas escolas, de uma maneira geral, é apresentado como um conjunto de fórmulas e procedimentos matemáticos que levam o aluno a imaginar ser esta ciência uma mera e tão somente sequência da matemática, além do sentimento de desconexão com a realidade. Não é fato raro encontrarmos questionamentos do porquê se estudar Física, definindo e destacando o abismo existente entre a Física do Ensino Médio e o dia-a-dia. Esse contexto é reforçado por trabalhos voltados para a epistemologia do

professor, pesquisa, ensino e didática das Ciências, bem como a formação dos professores de Física e o princípio científico e educacional aplicados na sala de aula.

Portanto, mostrar à sociedade e principalmente aos alunos, a importância de se estudar Física, configura certamente, um grande desafio para os professores. Contudo, o ato de se ensinar parece esbarrar em alguns pontos, que de tão disseminados, tornaram-se corolários. Nesse contexto, é possível encontrar afirmações que nada contribuem para a facilitação do entendimento das Ciências. Ao contrário, a partir das respostas dadas pelos alunos, a partir de um questionário prévio (Apêndice A), destacam-se afirmações, tais como: “A Física é para poucos!” ou “A Física é um conjunto de fórmulas que devem ser aplicadas na resolução de questões.”. Isto nos parece demonstrar que existe um trabalho árduo a ser realizado, no objetivo de se inverter a atual situação. Ainda nesse contexto, Lunkes (2014) em sua afirmação, corrobora com as ideias expressas pelos alunos, quando escreve,

[...] as pessoas, em geral, concluem que a Física é para poucos, os muito inteligentes, e se encontra às margens do alcance compreensivo de grande parte da comunidade estudantil. (LUNKES, 2014, p.2)

Colocar a Física como algo intangível, desconexo com a realidade não parece ser o caminho correto para se estabelecer uma melhora no desempenho dos alunos na aprendizagem de Física. Lunkes (2014) continua,

[...] uma parte considerável dos alunos de Física passa os três anos referentes ao Ensino Médio simplesmente sentada em bancos escolares, aprendendo pouco ao tentar solucionar exercícios sem significado, por não possuírem relação com suas vidas cotidianas, ou porque os estudantes desconhecem essa relação.” (LUNKES, 2014, p.16).

Com frequência escutamos dos professores as frases: “- Minha escola não possui laboratório!”, “-Não há tempo para as práticas!”, “- A grade curricular não suporta tais aulas”, assim, continuando nessa linha, uma farta bibliografia é encontrada nessa vertente, com profusão de dados e pesquisas. De acordo com Rosa (2004),

Basta ter familiaridade com o ambiente escolar ou conversar com alguns professores e alunos para sentir que a Física é considerada matéria difícil, a qual muitos alunos evitariam se pudessem. Talvez seja ela a disciplina curricular que os alunos menos gostam de estudar, principalmente em nível de ensino médio. (ROSA, 2004, p.51).

Esse verdadeiro desapareço pela Física, estaria sendo provocado, talvez, pela metodologia aplicada? Se tomarmos como exemplo uma aula de Física do segundo ano do Ensino Médio, cujo tema hipotético seria: *Lentes delgadas*. Qual seria a metodologia mais adotada? Segundo Sales (2010),

Não há, hoje, uma metodologia do Ensino de Física, mas várias. Dependendo do autor que se pesquisa e do paradigma adotado por ele, pode-se encontrar pensamentos diferentes ou mesmo conflituosos, que sinalizam direções as quais o professor pode seguir, adotar ou rechaçar, de acordo com seus valores e pensamento científico. (SALES, 2010, p.144/145).

Concordando com Sales (2010), esta pesquisa teve a pretensão de implementar uma “nova metodologia”, proporcionando assim, uma colaboração educacional no sentido de facilitar o aprendizado da Física.

Partindo do pressuposto que, o normalmente praticado é, a exposição conceitual da teoria, a matematização do conteúdo e, posterior a isso, algumas observações e questionamentos são feitos, mas raramente, práticas são desenvolvidas em sala de aula. O estudo dos fenômenos naturais e cotidianos perde a conexão com o dia-a-dia e vaga pelo campo teórico/abstrato, às vezes ou comumente, inacessível ao discente.

Ainda, no tocante aos problemas enfrentados no ensino de Física, seria a “zona de conforto”, isto é, o local ao qual o professor encontra-se acomodado em relação ao novo, fazendo-o rejeitar, ainda que apenas inicialmente, qualquer mudança no seu “modus operandi”. Porém, tendo em vista que, em sua graduação, o docente é incentivado a produzir aulas práticas, por quê ainda se verifica tanta resistência a este procedimento?

Contudo, não é prudente estabelecer relação exclusiva entre a não utilização de experimentos e a escassez de saber profissional. Pois, um professor, ao decidir não utilizar práticas experimentais, não estará manifestando a sua possível carência de saber em relação a sua formação profissional, uma vez que tal escolha, é critério do docente e do programa curricular estabelecido.

Adicionando mais problemas ao ensino da Física, temos a chamada “matematização” que é o processo da descrição e estudo dos fenômenos físicos, exclusivamente através de fórmulas matemáticas. Pois, a simples associação da Física com a Matemática, não propaga a ideia de uma Física acessível ao discentes. Ao contrário, segundo Pereira (2011), o ensino da Matemática, muitas das vezes já é por si só estressante, tanto para os docentes quanto para os alunos. Segundo Pereira,

Culturalmente, o processo de ensino da matemática tem levado alunos a níveis muito altos de estresse e ansiedade. Considerar a disciplina matemática como um 'bicho papão', tem sido observado nos diálogos dos mais diversos níveis de ensino básico. (PEREIRA, 2011, p.1).

Nessa mesma linha de raciocínio encontramos o Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF)¹, que ressalta:

A Física ... possui também uma beleza conceitual ou teórica, que por si poderia tornar seu aprendizado agradável. Esta beleza, no entanto, é comprometida pelos tropeços num instrumental matemático com o qual a Física é frequentemente confundida. (GREF, 1993, p. 15).

Porém, não podemos concluir ser a “matematização” o principal problema no ensino da Física. O pensamento simplista não concorre para a solução do problema. Conforme Pietrocola:

[...] admitir que boa parte dos problemas de aprendizagem da Física se localiza no domínio da matemática reflete um posicionamento epistemológico ingênuo – acaba-se por atribuir à segunda a função de instrumento da primeira. (PIETROCOLA, 2002, p. 91).

Mesmo porque, não podemos extinguir, a resolução de problemas e a utilização dos fundamentos e conceitos matemáticos, uma vez que eles são imprescindíveis para a Ciência, em geral, e para a Física, em particular.

Então, um dos grandes desafios a serem ultrapassados, parece ser o de reduzir a dificuldade dos alunos em realizar vínculos, entre os fenômenos naturais, a realidade e a Física.

Neste sentido, este trabalho foi motivado pelo desempenho deficitário nas avaliações de Física, com o atual padrão das aulas de Ciências, em geral e, em especial, as aulas de Física, onde prima-se pela abordagem da parte teórica, em detrimento de uma abordagem prática/experimental, que poderia, em nosso entendimento, ser uma ferramenta eficaz para a alteração do atual quadro de desempenho dos alunos na referida matéria.

Este trabalho tem como objetivos: proporcionar aos alunos a “ressignificação” dos seus conceitos científicos, procurando despertar a curiosidade, através das práticas experimentais; desenvolver experimentos de baixo custo, sem a necessidade

¹ O Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF) constituído por professores de Física das escolas públicas do estado de São Paulo e por professores do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, que na década de 90 publicaram, através da Editora da USP (EDUSP) três livros destinados a professores de física do ensino médio: em 1990 Física 1 - Mecânica; em 1991 Física 2 - Física Térmica e Óptica e em 1993 Física 3 - Eletromagnetismo.

de espaço específico (laboratório) visando simplificar e tornar rotineira a utilização dessas práticas como coadjuvantes no ensino da Física. Também procurando despertar a curiosidade e o interesse nas atividades experimentais, além de desenvolver experimentos de baixo custo que pudessem ser reproduzidos mesmo em ambiente externo à escola. Acreditamos que, com a utilização desse conjunto de materiais, possamos estabelecer um maior vínculo entre o fazer e o saber Ciência, incentivando e tornando o estudo da Física no Ensino Médio, mais prazeroso.

Com esses objetivos em mente, este trabalho foi organizado em três partes, que pretendem diminuir as dúvidas mais frequentes com relação à Física, de que trata essa Ciência, o que ela estuda, quais os problemas para entendê-la, qual ou quais são as metodologias empregadas. A primeira parte define e informa a importância de se conhecer a Física como uma forma de se entender o mundo tecnológico atual. A segunda parte refere-se a forma de se obter a aprendizagem significativa e de qualidade no que se refere às Ciências em geral e a Física, em particular. A terceira parte discute os resultados deste trabalho, quando da proposição e aplicação de uma nova metodologia, provando ou não, a relevância desta na assimilação dos conceitos físicos e nas considerações finais destacamos os objetivos alcançados.

2 A Física, a Tecnologia e a Aprendizagem

Como aumentar o interesse das pessoas, em geral, e dos alunos, em particular, no que se refere ao entendimento das Ciências? Como é possível demonstrar que o simples entendimento da Física, é importante para se conhecer e entender as tecnologias atuais e ir além? O que é aprendizagem significativa? Nesse capítulo tentaremos responder a essas questões, entre outras.

2.1 A Física e a Tecnologia

A ideia nessa seção é indicar a importância de se aprender Física, entendendo-a até, como uma questão de cidadania.

Primeiramente, o que é a Física? Pensamos que, se você aprendeu a andar de bicicleta, patins ou skate, provavelmente tenha sofrido quedas. Se algum dia já sofreu fratura de algum osso de seu corpo, provavelmente teve de ser submetido a uma radiografia. O mesmo deve ter ocorrido, no consultório dentário, quando da verificação de um dente doente. O que é um fato absolutamente corriqueiro na atualidade, só é possível de ser realizado, graças a descoberta e determinação do comportamento e leis que regem a radiação.

O simples uso de um aparelho celular hoje, só é possível porque o comportamento e as leis que regem as ondas eletromagnéticas foram compreendidos e usados na propagação de informações.

Ao estudarmos Ciências, somos levados a perceber que, a engenhosidade humana, aliada aos conceitos da Física, são capazes de prodígios. Podemos elencar inúmeros engenhos das mais variadas acepções e funções, como os citados anteriormente. Todos associados aos princípios e leis da Física. Entendemos que só isso já bastaria para tornar o ensino da Física mais interessante aos alunos. Porém,

segundo a Sociedade Brasileira de Física (SBF) em artigo publicado na Revista Brasileira do Ensino de Física “... temos um debilitado ensino de Física com baixo aproveitamento dos alunos no sistema educacional brasileiro, tal qual ele se desenha hoje.” (RBEF, 2014)

Portanto, é possível se verificar que algo não muito salutar tem se desenvolvido. Apesar de tamanha quantidade de artefatos e engenhos e sua popularização, a Física parece se eclipsar, sendo ofuscada pelo ato desenvolvido, isto é, os prodígios feitos pelos artefatos tornam-se mais importantes do que o entendimento de “como ocorre tal efeito”. Não há a preocupação com o “como funciona?” gerando, talvez, indivíduos desprovidos de curiosidade, ou seja, meros usuários, dependentes (no mau sentido) da tecnologia ou, pior ainda, talvez gerando sujeitos sem a capacidade de abstração, tão importante para entender os conceitos físicos e naturais e associa-los ao cotidiano. Isso talvez explique o baixo desempenho sugerido no artigo acima. Pois, segundo Bonadiman (2007),

A abstração, na construção dos modelos teóricos de Física, é importante e necessária, mas, para que ela se efetive com maior significação, o fenômeno físico deverá ser também trabalhado em seus aspectos práticos, de modo a envolver plenamente o estudante. (BONADIMAN, 2007, p.220)

E a dependência da tecnologia citada acima? Ela já existe! Tomemos como exemplo, uma eventual falta de energia elétrica, mesmo que momentânea, em nossos afazeres, seja em casa ou seja no trabalho. Parece que, um verdadeiro caos se estabelece. Isso parece demonstrar o quanto a nossa sociedade atual é dependente da tecnologia, neste caso, eletricidade. Porém, não podemos ser compelidos a pensar que tal tecnologia é maléfica, mas, justamente o contrário. A tecnologia não está só substancializada nos aparatos eletrônicos da atualidade, mas está a acompanhar a humanidade desde os mais remotos dias, do domínio do fogo e modificações no meio ambiente, necessárias para a prosperidade, até a atualidade. No nosso entendimento, é essa tecnologia que estabelece avanços para um melhor bem estar e longevidade de nossa civilização.

Como exemplo de tecnologia antiga, isto é, clássica, podemos destacar, alguns artefatos, segundo Levada (2010), Matos (2013) entre outros, atribuídos a

Arquimedes² (287 a.C. – 212 a.C) que graças aos seus estudos, quer seja na Mecânica, na Hidrostática, na Óptica entre outras. Os princípios que regem as alavancas, o empuxo quando um corpo está imerso em um fluido, e muito mais, são preciosos e fundamentais para a nossa atual sociedade. Porém, Arquimedes representa apenas um elo da extensa corrente que representa as nossas bases tecnológicas.

Da invenção da roda e da utilização da alavanca até os motores modernos, seja em automóveis ou em foguetes lançadores de satélites, a Física se faz presente para que, cada vez mais, possamos entender e aperfeiçoar a nossa tecnologia, garantindo uma continuidade de nossa civilização. O desconhecimento e a não percepção e entendimento da Física que existe por trás do funcionamento das máquinas e artefatos é que precisam ser evitados a todo custo.

Mas, existe motivo para preocupação? Bem, a raça humana, se diferencia dos outros animais no que se refere a transmissão de conhecimento e evolução. Segundo Andery,

O animal limita-se ao imediatismo das situações [...], a transmissão da 'experiência' é feita quase exclusivamente pelo código genético [...] A ação humana não é apenas biologicamente determinada, mas se dá principalmente pela incorporação das experiências e conhecimentos produzidos e transmitidos de geração a geração. A transmissão dessas experiências e conhecimentos permite que a nova geração não volte ao ponto de partida da que a precedeu. [...] A interação homem-natureza é um processo permanente de mútua transformação: esse é o processo de produção da existência humana. (ANDERY, 2009, p. 9).

Assim, é de nossa inteira responsabilidade passar adiante os conhecimentos e experiências para que não voltemos ao “ponto de partida”.

2.2 O Ensino de Física e a sua Aprendizagem

Nesse segmento tentamos expor a opinião de alguns pesquisadores, no que se refere ao ensino das Ciências em geral, e da Física, em particular.

² Arquimedes de Siracusa foi um matemático, físico, engenheiro, inventor e astrônomo grego, considerado um dos principais cientistas da antiguidade.

Começemos com Nardi (2004), que afirma ser o educador quem deve possuir habilidades na utilização e aplicação de procedimentos de ensino. É o que o autor chama de "arte de ensinar". É preciso desejar ensinar, querer ensinar, ter paixão nessa atividade. E estes sentimentos são necessários já no início da formação do professor e não somente ao final da Licenciatura em uma meia dúzia de atividades de prática docente, dentre elas a utilização de práticas (experimentos) em sala de aula com a finalidade de enriquecer o aprendizado dos alunos.

Segundo Borges (2002), não podemos esquecer que a Ciência não é feita somente de observação dos fenômenos naturais, no entanto esta observação é de fundamental importância para a compreensão da ciência ligada aos fatos do cotidiano. Mas, se assim o fosse, bastaria somente ensinar através de aulas práticas. Aulas que podem ser construídas com matérias acessíveis, e feitas com criatividade e poesia. Não se pode ter uma metodologia rígida nas Ciências, e principalmente na Física, pois a imaginação e a criatividade devem ser fundamentais para os alunos, assim como o são para os professores e pesquisadores. E um dos maiores críticos a respeito dessa rigidez metodológica foi o físico e filósofo Paul Feyerabend (1924-1994), que defendia a importância da imaginação criadora nos rumos das Ciências.

Ainda segundo Borges (2002), os conhecimentos científicos são fundamentais, para a sedimentação dos conceitos físicos. Sendo bem desenvolvidos e com a utilização de aulas práticas e experimentais, o ensino de Física sem dúvida trará consequências sociais positivas e novos rumos para a sociedade, trazendo uma relação direta com a vida. O professor de Física precisa sempre relacionar a Física com o cotidiano. Tal ligação deve ser integral e contínua, dando aos alunos, subsídios para que este possa interpretar o mundo que o cerca.

Para Antunes (2008) é desestimulante perceber que, parte dos professores de Física que trabalham no Ensino Médio hoje, priorizam, em suas aulas, a pura memorização de fórmulas e tabelas. Da mesma forma, como as suas aplicações na resolução de exercícios, sem que haja o desenvolvimento de aulas práticas ou de experimentos. Esse processo, se dá, provavelmente, por mera reprodução dos métodos de ensino de Física vivenciados, quando da formação acadêmica ou anteriores a ela, talvez no Ensino Médio.

Em seu livro "Professores e Professores: Reflexões sobre a aula e práticas pedagógicas diversas", Antunes (2008) faz uma comparação entre os professores

atuais e os do passado e as suas práticas pedagógicas. Os professores do passado são comparados a dinossauros e suas técnicas educacionais também, e por isso deveriam estar extintos. Mas, o que se percebe é que um grande contingente de professores, remanescentes dessa “espécie”, ainda se encontram atuando em nossas escolas, exacerbando as fórmulas e a matematização, pregando certezas absolutas que não existem, em detrimento das práticas experimentais.

Carvalho e Gil-Pérez (2003) indicam uma série de conhecimentos que proporcionam uma visão da atividade docente, dentre elas a formação de professores de Física, bem como a sua aplicação no Ensino Médio. Segundo os autores, o essencial é que se possa ter um trabalho coletivo em todo o processo de ensino/aprendizagem, com a interação entre as aulas teóricas e práticas contando também com a interdisciplinaridade.

Delizoicov (2004) tem como foco a formação inicial de professores, pressupondo ser interessante a realização de pesquisas e levantamentos sobre o uso de experimentações em sala de aula, realizadas pelos docentes nas aulas de Física. Delizoicov parte da premissa que o professor formador desempenha papel fundamental para a atuação do futuro docente, com a adoção de práticas experimentais que corroboram com as respostas apontadas pelas pesquisas sobre a manutenção de práticas tradicionais de ensino e a inovação com a inserção de aulas práticas e experimentos e novas tecnologias de aprendizagem em ambientes virtuais ou presenciais.

Becker (2008), afirma que em qualquer nível de aprendizagem, esta depende exclusivamente da qualidade da sua construção, e ocorre no período sensório-motor (da teoria para a prática) e é prolongada no período simbólico. A não observância a essa ordem pode contribuir decisivamente para que haja diferenças na qualidade da construção futura do conhecimento. Facilitando ou comprometendo a capacidade de aprendizagem na sala de aula.

Demo (1997) apud Galiazzi (2001) apregoa que a qualidade formal e política, bem sistematizados e bem argumentados justifica a importância do exercício da leitura de teorias aliado às realizações de práticas e experimentos em sala de aula. Notadamente, a incerteza sobre as conclusões desses experimentos valerá como contribuinte para a construção dos conhecimentos científicos por parte dos alunos. Faz-se necessário que o professor de Física semeie nos alunos a ideia de se

questionar sempre e nunca se acreditar em tudo aquilo que está escrito. Há a necessidade de visualizar o que está acontecendo. O questionamento gera e amplia a sede do saber e o experimento sacia essa vontade, fazendo nascer cognição entre os fatos do dia-a-dia e os conceitos teóricos da Física.

2.3 A Aprendizagem Significativa

Aqui tentamos explicar a aprendizagem significativa e a sua relação com o aprender a Física.

Na medida em que se avança na pesquisa sobre educação e assimilação de conteúdo, nos deparamos com uma citação muito frequente: “*aprendizagem significativa*”. Apesar de seu óbvio significado que é o de se referir ao ato de se aprender com significância, isto é, com qualidade, este termo representa muito mais do que a simples interpretação de suas palavras.

Para Moreira (2006), o psicólogo e pedagogo David Ausubel (1918-2008) estabeleceu uma teoria de aprendizagem em que a educação não poderia ser imposta violentamente, conforme o ensino vigente em sua infância, mas sim, fazendo com que os conceitos prévios dos alunos fossem unidos (ancorados) aos conceitos novos, proporcionando relação direta entre os modelos e ideias novas com os seus conhecimentos anteriores, sendo capazes de explicar e resolver problemas novos. Ainda segundo Moreira (2005), na teoria de aprendizagem de Ausubel, para que se ocorra a assimilação de conteúdos de forma concreta é necessária a existência prévia de informações no cérebro do aluno, a disposição para aprender e a vontade de aprender. Nesse entendimento Moreira (2005), ensina que as aprendizagens foram divididas em três categorias: cognitiva, afetiva e psicomotora. A primeira refere-se ao “armazenamento organizado” das informações na mente do aluno. A segunda refere-se às sensações de origem interior, tais como a satisfação, a alegria, o prazer, a dor ou a ansiedade. Já a terceira refere-se as “respostas musculares” advindas de treinamento e repetição.

O foco da teoria de Ausubel, segundo Moreira (2005), é a aprendizagem cognitiva, pois considera que todo o conteúdo de ideias dos alunos e sua organização gerem uma integração lógica. Essa cognição, isto é, o ato ou processo da aquisição do conhecimento engloba vários fatores, tais como: a percepção, a memória, o

pensamento, a linguagem, o raciocínio, entre outros, que fazem parte do desenvolvimento intelectual. Uma diretriz muito importante é a de que o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é o conhecimento prévio (aquilo que o aluno já sabe), cabendo ao docente quantificar e qualificar tais conhecimentos, passando a ensinar de acordo com o aluno. A aprendizagem cognitiva não se mantém restrita apenas ao que já foi aprendido, mas também se relaciona às futuras modificações relevantes no contexto das novas informações.

Portanto, para Ausubel, segundo Moreira (2005), a aprendizagem significativa é o processo pelo qual uma nova informação relaciona-se de forma direta e relevante ao conhecimento do aluno e ela ocorre quando a nova informação “ancora-se” em conceitos preexistentes na mente do aluno. Já na aprendizagem mecânica (ou automática) a aquisição de novas informações com alguma ou nenhuma relação com os conceitos prévios existentes. Isso acarreta um armazenamento de informação não organizado (arbitrário) não havendo interação entre a nova informação e aquela já armazenada. Neste caso, como o novo conhecimento não “se ancora”, fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, dificultando a sua interação com as demais informações.

Ainda para Moreira (2005) é fundamental fortalecer a aprendizagem significativa em relação à aprendizagem mecânica, porém isto não desmerece a aprendizagem mecânica, que é fundamental quando um indivíduo adquire novas informações. Ausubel, conforme Moreira (2005), dá subsídios para se perceber que a “ancoragem” facilita a retenção do conhecimento. No entanto, o cérebro humano possui uma tendência de reduzir as informações já organizadas, tornando-as progressivamente menos acessíveis ou mesmo indisponíveis. Este é o famoso “esquecimento”, que para Ausubel, refere-se a uma continuação natural do processo de assimilação de conhecimento. Contudo, apesar deste esquecimento, não há volta ao estágio inicial de conhecimento, o que ocorre é a modificação da “ideia-ancora” original, gerando uma retroalimentação, isto é, podendo a mesma “ideia-ancora” vir a participar novamente de todo o processo. A aprendizagem significativa de Ausubel, segundo Moreira (2003),

[...] é a que mais oferece, explicitamente, diretrizes instrucionais, princípios e estratégias que se pode vislumbrar mais facilmente como pôr em prática, que estão mais perto da sala de aula. (MOREIRA, 2003, p.17).

Ainda acrescenta Moreira (2005);

Quando o aluno formula uma pergunta relevante, apropriada e substantiva, ele utiliza seu conhecimento prévio de maneira não-arbitrária e não-literal, e isso é evidência de aprendizagem significativa. Quando aprende a formular esse tipo de questões sistematicamente, a evidência é de aprendizagem significativa crítica. Uma aprendizagem libertadora, crítica, detectora de bobagens, idiotices, enganações, irrelevâncias. (MOREIRA, 2005, pp. 83-101).

Realmente o que se deseja é que o aluno possa, através da aprendizagem, estabelecer críticas e juízos. Nesse contexto, entendemos que a utilização de experimentos com materiais conhecidos e reconhecidos pelos alunos, tem caráter motivador para se estabelecer um vínculo entre o experimento que irá se reproduzir e a teoria Física vigente. Tentando-se com isso diminuir a distância entre o cotidiano e a Física e, estabelecendo, se possível uma aprendizagem significativa crítica, de acordo com Moreira (2005).

Ainda na visão de Moreira (1999), a utilização de experimentos em sala de aula estaria em concordância com os conceitos e estudos deixados por Vygotsky. Nesse sentido escreve Moreira,

Diferentemente de outros teóricos cognitivistas como, por exemplo, Piaget e Ausubel, que focalizam o indivíduo como unidade de análise, Vygotsky enfoca a interação social. Sua unidade de análise não é nem o indivíduo nem o contexto, mas a interação entre eles. (MOREIRA, 1999, p.112).

Ele situa-se como um cognitivista, isto é, focado no processo de aquisição de conhecimento, contudo, era considerado um interacionista (por acreditar na interação entre o desenvolvimento e a aprendizagem humana) e um construtivista (por evidenciar a capacidade humana de se reconstruir). E é justamente essa reconstrução que se almeja alcançar. A partir de objetos conhecidos de seu dia-a-dia, constrói-se um experimento capaz de gerar, de forma lúdica, a reconstrução dos saberes dos alunos, a partir do interesse e da curiosidade despertadas. De acordo com vários estudiosos, entre eles Huizinga (1996); Almeida (1998); Feynman (1999); Farias (2008), uma maneira simples de se conseguir essa interação/reconstrução do conhecimento é a utilização do lúdico, através de experimentos simples utilizando materiais de fácil aquisição, pois que possui forte relacionamento com a motivação. Alunos motivados constroem relações intersubjetivas e por sua vez estabelecem trocas recíprocas de informações, gerando aprendizagem.

3 Os Problemas e Desafios na Aprendizagem da Física

Neste capítulo estaremos mostrando alguns problemas que possam fazer com que a Física do Ensino Médio, seja encarada como matéria difícil por parte dos alunos.

3.1 Quais os Problemas da Aprendizagem da Física?

Elencar os problemas que norteiam o ensino da Física, parece ser uma forma concreta, de se buscar soluções para a melhoria do desempenho dos alunos neste expediente. Partindo do pressuposto que as demonstrações de experimentos auxiliam efetivamente a assimilação dos conteúdos, promovendo uma aprendizagem conceitual e substancial, esta pesquisa recolheu provas da relevância destes experimentos em sala de aula utilizando materiais de fácil confecção ou demonstração. Tornando possível ao professor realizar o experimento em laboratório ou preferencialmente, na própria sala de aula.

Talvez um dos principais problemas para a disseminação do conhecimento da Física esteja na falta de conexão entre a Física e o nosso dia-a-dia. Essa ideia de desconexão também é relatada por Pavão,

[...] apesar de a ciência ser parte, direta ou indireta do dia-a-dia das pessoas, na escola, poucas vezes, os alunos são colocados em situações de ensino e aprendizagem que explorem as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. [...] é necessário trazer para o ensino de Ciências as múltiplas inter-relações que ocorrem entre a produção de conhecimentos e técnicas na ciência e na tecnologia e suas implicações na sociedade. (PAVÃO, 2008, p. 229).

Então, como falar em sala de aula, sobre aceleradores de partículas, ressonância magnética, Física Quântica, ou qualquer outro tema da chamada Física

da atualidade, pois se a simples menção de adição de conteúdo, implica em mal-estar entre os docentes. Parece haver a ideia de que tal adição, tão somente, implica em uma diminuição relevante do tempo para a exposição dos conceitos básicos da Física clássica. E, como esse tempo é notadamente escasso, não seria possível o estudo da Física Moderna e Contemporânea (FMC). No entendimento de Torre *apud* Ostermann (2000) a justificação para o estudo da FMC pelos alunos, encontra-se: na conexão que a FMC faz com a história recente e na proteção contra “- o obscurantismo, as pseudociências e as charlatanias pós-modernas”. Tais discussões ampliam a distância entre a ciência de hoje e a ciência dos laboratórios de vanguarda.

Quantas vezes, durante o período de estudos, seja ele fundamental, médio ou superior, nos deparamos com expressões do tipo: - Para quê estudar essa matéria? ou - Para que serve o estudo dessa matéria? ou ainda - Onde eu vou utilizar isso? Este pensamento deveria ocorrer com muito mais frequência, quando nos referimos à Física. Porém, o questionário prévio respondido pelos alunos (Apêndice A), nos mostra que eles parecem perceber a importância e a relação entre a Física e o cotidiano. Analisando a questão onde perguntamos se, a Física estaria ligada ao seu cotidiano, 94,3% responderam afirmativamente, com 4,3% respondendo negativamente e 1,4 % não opinando. Na questão seguinte, ao serem perguntados se estudar Física seria importante para a sua vida, também obtivemos uma expressiva maioria respondendo afirmativamente, 88,5%, respondendo negativamente 4,3% e 7,2% não opinando. Por isso fomos levados a acreditar que, em sua maioria, os alunos sujeitos do estudo, entendem ser a Física, importante e presente em seu cotidiano. Isso nos leva a fazer um questionamento: se a importância da Física é sabida inclusive pelos sujeitos do presente estudo, porque segundo Costa (2007) o desempenho nela, é ruim?

No entender de Carvalho Júnior (2002), a redução do ensino da Física a resoluções de fórmulas matemáticas, têm gerado equívocos quanto ao seu entendimento, pois a matematização, como é chamada a redução da Física a resoluções de fórmulas matemáticas, comum nas escolas das décadas passadas, gerou discrepâncias e uma dicotomia, sugerindo existir apenas dois caminhos: o ensino da Física conceitual e o ensino da Física com a matematização.

Portanto, comecemos pelo tema: O que é a Física? De dicionários a artigos científicos é possível encontrar a definição da Física como: a ciência que estuda os

fenômenos e leis que regem a natureza. Com essa definição, inunda-se o aluno com uma torrente de informações e fórmulas muitas vezes desconexas, que só deverão fazer sentido para pouquíssimos alunos, haja vista o pífio desempenho destes nas avaliações e concursos diversos (COSTA, 2007). Provavelmente esse desempenho ruim se estabelece desde de o início do 9º ano do Ensino Fundamental até o 3º ano do Ensino Médio, no que se refere à Física.

Então, comecemos pela definição da palavra e seu significado. A palavra Física vem do grego *φύσις* (physiké) que significa *natureza*. A Física a qual nos referimos é a ciência que estuda as leis e fenômenos que regem a natureza. Porém, entender quem e quais são os fenômenos regidos pela natureza, passa a ser também um grande desafio para o professor. A tentativa de definição de uma maneira universalista, que a Física é a mãe de todas as ciências, poderia ser uma boa direção, visto que todas as outras ciências, tais como a Biologia, a Química, a Medicina, entre outras, são compostas de partículas, como todo o universo, e as partículas obedecem às leis da Física. Assim, a Física está enraizada nas demais ciências. Tal fato pode ser corroborado pela existência de outros novos ramos científicos como a físico-química, a física-médica, a biofísica, entre outras.

Com tamanha dimensão e importância, não podemos nos desesperar, pois conforme sugeriu Dias (2004) aplicando a Navalha de Ockham³ ou Princípio da Parcimônia, a melhor explicação para se entender a importância da Física deverá ser a mais simples. Logo, a Física é a ciência que baseada, na observação, na experimentação e na lógica, procura provar os conceitos definidos por ela, criando modelos que devem se adequar aos fenômenos agrupados nos chamados ramos de estudo.

Acreditamos que a Física tenta saciar a necessidade instintiva que é tão antiga quanto o próprio ser humano, que é a de procurar respostas para os “como” e “porquês” dos fenômenos cotidianos. Mas, engana-se quem associa a Física a uma

³ William de Ockham ou Willian de Occan ou ainda Guilherme de Ockhan, foi um teólogo e frade franciscano do século XIV que, segundo os historiadores, orientou o pensamento da época na direção do pensamento científico moderno. Ele enuncia um princípio epistemológico que ficou conhecido como Navalha de Ockham, também conhecida como Princípio da Economia ou Princípio da Economia, diz em síntese que: se existem várias explicações diferentes para um só fenômeno, a explicação verdadeira será a mais simples. Algo como: “é fútil usar mais entidades para explicar alguma coisa, se for possível usar menos”. (DIAS, 2004, p.260)

ciência feita exclusivamente de conhecimentos complexos e para sempre imutáveis; pelo contrário, ela está sempre crescendo e também se modificando. Com grande frequência surgem novos campos de estudo, fenômenos que em princípio aparentavam ser díspares, apresentam-se sob uma nova ótica (novo referencial), fazendo parte de um mesmo contexto. Mesmo com a divisão entre fenômenos físicos e fenômenos químicos, a diversidade dos agora estabelecidos fenômenos físicos acabaram por tornar imperiosa a subdivisão destes em ramos de estudo, na tentativa de uma organização lógica, facilitando o seu entendimento, visto que a natureza representa o todo, seja o universo, seja uma partícula ou mesmo uma antipartícula⁴ bem como o universo, é composta de todo e o tudo.

Pesquisando no site Física.net, é possível perceber a complexidade e a vastidão da abrangência da Física, que está explicitada nos seus ramos de estudo. São alguns deles: Acústica, Astrofísica, Biofísica, Ciência Planetária, Cosmologia, Dinâmica dos Fluidos, Econofísica, Eletromagnetismo, Eletrônica, Física Atmosférica, Física Atômica, Física Biomédica, Física Computacional, Física da Computação, Física da Matéria Condensada, Física de Materiais, Física de partículas, Física de Plasmas, Física Matemática, Física Médica, Física Molecular, Física Nuclear, Física Oceânica, Física Química, Geofísica, Mecânica Clássica, Mecânica Estatística, Mecânica Quântica, Óptica, Relatividade Geral, Relatividade Restrita, Teoria Clássica de Campos, Teoria Quântica de Campos, Termodinâmica e Termologia. (www.fisica.net/historia/oqueeafisica.php, acesso em 13/03/2015).

Os homens que procuram buscar as respostas para explicar os fenômenos da natureza observam-nos sistematicamente, apontando os dados sobre as grandezas Físicas envolvidas e os confrontando com as leis ou os princípios já conhecidos, na tentativa de se agrupar o fenômeno a um determinado modelo já estabelecido. É oportuno dizer que a palavra "fenômeno" possui significado de acontecimento ou transformação, não possuindo o sentido de algo incomum ou fato extraordinário. Mesmo porque, os fenômenos que ocorrem com os corpos recebem a seguinte classificação: ou são fenômenos físicos, isto é, não alteram a natureza dos corpos; ou são fenômenos químicos, isto é, alteram a natureza dos corpos.

⁴ Antipartículas são partículas de antimatéria simétricas as partículas elementares da matéria. Para cada partícula existente de matéria existe uma antipartícula que corresponde a antimatéria.

Acreditamos que conhecer os principais ramos da Física e poder associá-los ao dia-a-dia é uma das formas de se compreender a importância desse estudo em nossa sociedade.

3.2 Os Desafios no Ensino da Física

Quais são os desafios enfrentados por docentes e discentes em relação ao ensino e aprendizagem da Física? Neste segmento tentaremos explicitar quais os principais desafios tanto para professores quanto para os alunos, no que se refere ao ensino/aprendizagem de Física, para se alcançar uma aprendizagem significativa crítica.

Sinais desses desafios foram detectados, através do questionário preliminar (Apêndice A), aplicado em sala de aula, antes da utilização da metodologia proposta. Na terceira questão, ao atribuírem uma nota de zero a dez, na tentativa de graduação do receio em relação ao desempenho na matéria, a média obtida foi de 6,9; isto é, provavelmente exista um receio dos alunos em relação ao estudar à Física. Na quarta questão 84,1% admitiram ter dificuldades em entender a Física lecionada nas salas de aula, e 15,9% responderam negativamente a essa pergunta. E na quinta questão, a concordância com a frase “A Física é para poucos” foi de 68,2% contra 20,5% de negativas e 11,3% dos alunos não opinando.

Portanto, foi possível identificar que, apesar de reconhecerem a importância em se estudar a matéria, os alunos, apresentam receio com a Física, promovendo uma séria barreira ao seu entendimento. Com isso, observamos que possivelmente, a realidade de sala de aula, vem proporcionando uma postura meramente contemplativa, vaga e imprecisa, da Física, relegando em segundo plano, processos fundamentais tais como: medir, experimentar, observar e abstrair, que correspondem a base da Física.

De acordo com Costa (2010), há dificuldades muito grandes para que os professores do 9º ano do Ensino Fundamental que lecionam Química e Física apresentem essas disciplinas, de forma adequada e envolvente, tendo em vista a formação deficitária dos docentes, durante o curso de Ciências Biológicas. O autor

reafirma em sua pesquisa, que há diferenças muito grandes ou latentes quando um aluno de 9º ano do Ensino Fundamental possui um professor licenciado em Química ou licenciado em Física. Para o autor, os professores formados em Ciências Biológicas apresentam muitas dificuldades no ensino da Física docentes em exercício no ensino fundamental e médio parecem acreditar que a prática vivenciada ou da Química.

Segundo Sales (2010) também há o problema da utilização de múltiplas práticas pedagógicas ou da mudança do currículo (Currículo Mínimo, SEEDUC-RJ, 2012). Tais processos parecem dilatar ainda mais o abismo existente entre o que deve ser feito e o que é feito, na teoria e na prática.

Segundo Capovilla (2007) em seu livro “Alfabetização: Método fônico” estamos piorando o desempenho no ensino das Ciências. As estatísticas do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Program for International Students Assessment - PISA) o Brasil ocupa as piores posições de desempenho.

É notória a dificuldade no aprendizado da Física. Segundo Pozo (2009), de uma maneira geral, a dificuldade dos discentes para a aprendizagem da Física está na forma como eles veem o mundo e cita ainda que os problemas de aprendizagem relacionados com a quantificação podem ser muito numerosos, pois a Física é uma disciplina que baseia sua potência e grande parte de seu desenvolvimento justamente no estudo quantitativo das leis da natureza. Mas, em qualquer caso, esses problemas não devem nos levar a esquecer que o sentido da Física, para além da quantificação, é ajudar a compreender as leis que regem a natureza, daí a sua real importância.

Ainda para Pozo,

[...] de um ponto de vista científico, as pessoas em geral, e os alunos que estudam as ciências da natureza em particular, têm diversas ideias sobre o movimento e as forças, as quais não concordam ou não coincidem com as que são transmitidas na escola. E essas ideias fazem com que surjam dificuldades de aprendizagem que nem sempre são fáceis de superar. (POZO, 2009, p.210).

O efeito da matematização e as imensas resoluções de exercícios visando os exames vestibulares, num processo de massificação, também concorrem para a falta de boas perspectivas quanto ao ensino da Física. Segundo Pietrocola (2002),

Embora exista consciência por parte de alunos e professores de que a Física é uma ciência da natureza e que relatos de experiências, observações, laboratórios e dados empíricos, etc., abundam nos livros e nos discursos didáticos, as atividades escolares acabam por se restringir às aplicações de formalismos matemáticos e aos exercícios

numéricos extraídos das teorias. Os exames vestibulares contribuem com este quadro, reforçando a imagem da Física como sinônimo de um operacionalismo matemático. (PIETROCOLA, 2002, p.92).

A soma de tantos problemas, além do formalismo matemático associado a linguagem específica, a extensão dos programas curriculares, a deficiência ou mesmo inexistência de instalações laboratoriais e de equipamento, a possível má preparação dos professores e, principalmente, a falta de motivação não só dos alunos como também dos professores nos evidenciam o desgosto atual quanto a aprendizagem da Física. Conseguir essa motivação é fundamental para a assimilação de conteúdos visando uma real aprendizagem significativa e de qualidade.

Como se este conjunto de problemas já não fosse suficiente para determinar o fracasso do ensino satisfatório da Física, acrescenta-se uma tendência da sociedade em não dar importância ao fraco desempenho dos alunos na disciplina chamada Física. Segundo Costa (2007),

[...] a sociedade, em geral, já ter expectativas baixas relativamente ao desempenho dos jovens à disciplina de Física, sendo, em geral, complacente com os maus resultados a esta disciplina. (COSTA, 2007, p. 6).

Com expectativas de baixo rendimento em relação ao entendimento da Física, a sociedade não promove uma cobrança de modificação desse quadro. Aumentando, em nosso entendimento, as dificuldades em se aprender a Física no ensino Médio.

3.3 A Importância de Atividade Experimental para a Aprendizagem da Física

Seria verdade que a utilização de experimentos nas aulas de Física, implicariam em uma modificação dos resultados do desempenho dos alunos na referida matéria?

A importância da atividade experimental parece estar intimamente ligada com a curiosidade. Com ela os alunos prosseguem em sua busca pelo conhecimento, enquanto que sem ela (a curiosidade), os alunos logo abandonam os estudos desmotivados, inclusive descartando o pouco conteúdo adquirido, demonstrando não

terem sofrido uma aprendizagem significativa. O despertar da curiosidade deve ser pretendido a todo o momento, durante as aulas.

Disponibilizar, com frequência, a utilização de experimentos em sala de aula, parece ser a resposta para tentativa de se melhorar a assimilação dos conteúdos de Física. De acordo com Vygotsky, na visão de Moreira (1999) a atividade experimental dá início a formação de novas estruturas de cognição, que irão se completar com o passar do tempo, desde que haja, com a parceria do professor, a aquisição de novos conceitos, que serão apresentados, discutidos e trabalhados de forma reiterada. Ou seja, uma forma comprovada de se estabelecer uma melhora na fixação de conceitos válidos para a aprendizagem da ciência é a utilização de experimentos.

Segundo Axt (1991), a utilização de experimentos nas aulas de Física

[...] pode contribuir para aproximar o ensino de Ciências das características do trabalho científico. Assim como, contribuir para aquisição de conhecimento e desenvolvimento mental dos alunos. (AXT, 1991, p. 79/80).

As utilizações de experimentos cotidianamente em sala de aula têm-se demonstrado uma boa resposta para tornar a Física mais atrativa, despertando nos alunos os sentimentos essenciais para a aprendizagem que são o interesse e a curiosidade. O método atualmente enraizado em nossas escolas, isto é, a quase inexistência de utilização de experimentos e a tão somente matematização da Física, têm-se demonstrado ineficiente, no que tange o desempenho dos alunos nas avaliações de Física. Segundo Gleiser (2000),

A Física é um processo de descoberta do mundo natural e de suas propriedades, uma apropriação desse mundo através de uma linguagem que nós, humanos, podemos compreender. Talvez a parte mais difícil no ensino da Física seja a tradução do fenômeno observado em símbolo. Uma coisa é ver o pêndulo oscilar, outra é escrever uma equação que represente a variação da sua posição no tempo. Mas é justamente aqui que o desafio pode ser transformado em bônus; um dos aspectos mais belos da ciência é ela ser capaz de explicar quantitativamente fenômenos observados. Então, o ensino da Física deve, necessariamente, conectar a visualização do fenômeno e sua expressão matemática. Lamentavelmente, ainda é possível para um aluno terminar a oitava série sem jamais VER algum fenômeno ligado às equações que ele ou ela estudou em classe. Eu mesmo sou vítima dessa prática de distanciamento entre a Física da sala de aula e a Física do mundo; só vi minha primeira demonstração na universidade! Não existe nada mais fascinante no aprendizado da ciência do que vê-la em ação. (GLEISER, 2000, p.4)

Em levantamento feito na internet, atribui-se ao ilustre cientista italiano da idade média Galileu Galilei (1564-1642) a célebre frase: “Mede o que é mensurável e torna mensurável o que não o é.”. Essa frase nos dá a importância de se mensurar, isto é, apreciar, avaliar, calcular, comparar, determinar, medir, verificar um evento ou um fenômeno.

Com o andamento dessa pesquisa, fomos capazes de perceber que, os experimentos se revelaram um ponto importante no sentido de aguçar a curiosidade e o interesse nas Ciências, pois, uma das mais significativas dificuldades, universalmente presente em qualquer sala de aula, parece ser a de se conseguir despertar a curiosidade nos alunos, buscando o “querer aprender”.

Uma vez conseguido despertar a curiosidade e o interesse em aprender, espera-se que o entendimento da Física ocorra de forma contínua, pois acreditamos que estes fatores são capazes de estabelecer um caminho concreto para o melhor entendimento e a melhor aprendizagem significativa, seja da Física, seja de qualquer matéria.

Em pleno acordo com essa ideia, temos a frase “O mistério gera curiosidade e a curiosidade é a base do desejo humano para compreender” que, segundo Hengemühle (2012, p.47), tem como autoria o astronauta Neil Armstrong⁵ (1930-2012). Portanto, gerar a curiosidade realmente parece ser muito importante, no sentido de se promover o entendimento das Ciências.

E o que a experimentação pode interferir no processo de ensino e aprendizagem? Segundo Alves (1974) um experimento vem da experimentação de determinado fenômeno. A experimentação consiste no conjunto de feitos e modos de agir direcionados para verificar hipóteses. Ainda procurando estabelecer definição concreta para a palavra hipótese, podemos citar o dicionário Caldas Aulete (2015) onde, hipótese, significa: 1) Juízo, opinião, afirmação etc. que se consideram como válidos antes de comprovados, ger. us. como ponto de partida para sua demonstração e comprovação (hipótese científica); 2) Fato ou ação que podem vir a ocorrer ou não; eventualidade; possibilidade.

Parece ser concreto, o fato da experimentação ser fundamental na construção do conhecimento, pois ela (a experimentação) tem o poder de autenticar as hipóteses. No tocante a linguagem científica, um experimento corresponde a um conjunto de

⁵ Neil A. Armstrong foi um [astronauta](#) estadunidense, primeiro homem a pisar na Lua através da missão Apolo 11, em 20 de julho de 1969.

ações relacionadas a fenômenos; no caso da Física, fenômenos físicos, isto é, fatos relacionados às leis que regem a natureza. O experimento ou prática experimental, no caso desta pesquisa, refere-se a tentativa de se recriar, de maneira simples, em sala de aula, fenômenos pertinentes ao ensino da Física que podem ser observados, analisados, discutidos e, espera-se, entendidos pelos alunos.

De acordo com vários trabalhos publicados e utilizados nessa pesquisa, tais como, PESSOA (1985) AXT (1991), GALIAZZI (2001), PEIXOTO (2003), no cotidiano escolar, facilmente se conclui que os experimentos, são raramente utilizados, pela maioria dos professores.

Ainda, tendo por base os trabalhos pesquisados, a função da experimentação ou da prática na Física é a de testar uma hipótese, relacionando o que já se conhece com o que está se vislumbrando, e se possível, relacionar esses fatos as leis e fundamentos já estudados. Nessas experiências, a utilização de materiais de fácil aquisição visa facilitar o seu desenvolvimento e efetivação. Esse recurso de experiências em sala de aula tem-se mostrado desafiador, pois a maioria das literaturas pesquisadas, apontam para uma singularidade, pois existe a impressão de que todos a enaltecem (a experimentação), porém poucos o praticam.

O que está em jogo aqui é a criação de condições mais satisfatórias e decisivas para a aprendizagem significativa no estudo da Física. Nesse contexto, não se almeja o rigor nem mesmo a austeridade do Método Científico, uma vez que, segundo Moreira (1993, p.108), tal método é um erro didático e epistemológico. Mas sim, algo mais leve, dada a necessidade imperativa de se superar as dificuldades de proceder com os experimentos e a indiferença de nossos alunos quanto ao entendimento das leis e fenômenos que regem a natureza.

O simples fato de se apresentar e demonstrar o experimento sugere, segundo os resultados obtidos, um despertar do interesse e da curiosidade, sendo bastantes para, por si só, serem utilizados amplamente em sala de aula.

Essa ideia se repete quando analisamos as respostas dadas pelos professores ao questionamento feito. Segundo os mesmos, a utilização do kit com materiais de fácil obtenção tornou as práticas menos problemáticas de serem utilizadas no dia-a-dia em sala de aula. Assim, baseado nesta pesquisa, foi possível responder a três questões, que entende-se serem importantes para se incorporar a utilização cotidiana das práticas e experimentos em sala de aula: a) O uso de experimentação em sala de

aula efetivamente melhora a compreensão da Física? Sim, b) É possível realizar experimentos em sala de aula, sem a necessidade de recursos dispendiosos? Sim, c) A utilização do kit de materiais de fácil obtenção é relevante na assimilação dos conteúdos de Física no segundo ano do Ensino Médio? Sim.

3.4 Novos Recursos Ajudam a Aprender Física?

Neste segmento estaremos expondo a visão de autores sobre as formas de se conseguir aprendizagem de qualidade, no que se refere a Física do Ensino Médio.

Ao iniciarmos a pesquisa, quisemos buscar sustentação para a seguinte questão: Será que o aluno sabe informar o porquê precisamos estudar Física no Ensino Médio?

Segundo o resultado do questionário prévio (Apêndice A) 52,2 % dos alunos pesquisados responderam afirmativamente essa questão, enquanto que 14,5% responderam negativamente, e 33,3% não opinaram; além disso, as três frases preferidas em relação as cinco apresentadas no questionário foram, respectivamente: “A Física está presente no Ensino Médio e também no ENEM; terei dificuldades com ela!”, “Os cientistas são importantes para o mundo! Mas a Física, infelizmente, não é para todo mundo! ”, “A Física está presente em todas as partes e em tudo, é uma questão de cidadania aprende-la! ”; portanto, baseado nas respostas dos alunos, podemos supor que os discentes entendem a importância da Física e compreendem ser uma questão de cidadania conhecê-la, mas apresentam dificuldades e receios em estudá-la, por, talvez, estar fortemente associada à conceitos e ideias por demais abstratas e por demais associadas com a Matemática, ofuscando os conceitos que naturalmente viriam diante de apresentações e práticas laboratoriais e experimentais.

Em artigo de Araújo e Abib (2003), está registrada uma tabela com o resultado de pesquisas feitas sobre artigos que trataram da formação e professores de Física em comparação com o Ensino de Laboratório. Pesquisa feita entre os anos de 1992 e 2001. Segundo os autores, entre 106 artigos selecionados naquela década. Para a pesquisa, somente 14 deles trataram deste assunto. É muito pouco, diante das necessidades e do grau de importância que o assunto merece. Ainda, segundo os

autores, de 2001 a 2010, muito pouco mudou se consultadas as principais plataformas de materiais alinhavados nos mestrados e doutorados.

A relevância do tema pode ser considerada inquestionável, segundo Araújo e Abib (2003), na medida em que a mudança de comportamento dos educadores pode ser registrada diante da utilização de novas tecnologias em seu processo formativo.

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	Total
For. Prof. / Ens. Lab.	4	0	0	1	0	1	0	2	5	1	14

Quadro I - Artigos sobre Formação de Professores/Ensino de Laboratório X Ano de Publicação. – Fonte (Araújo e Abib, 2003, p.178)

Existem literaturas que enaltecem a utilização das novas tecnologias, tais como: computadores, lousas eletrônicas, vídeo conferência, etc. Porém tais tecnologias parecem, no dia a dia escolar, confrontarem-se, ao invés de se locupletarem-se. Os tais recursos, quando existem, são disponibilizados para os docentes com a ideia de que estes são dotados de “magia”, pois, bastando utilizar tais recursos, os discentes terão obrigatoriamente uma aprendizagem de qualidade. Ocorre que cada disciplina pode ser beneficiada ou não com a utilização de tais recursos. Pelo que tudo indica, não existe uma unanimidade. Segundo Ruberti (2001);

[...] considerando os significativos avanços das tecnologias de informação e comunicação, à escola de nosso tempo compete o árduo trabalho de incorporar em suas práticas e teorias uma nova forma de ensino-aprendizagem, um processo voltado para a potencialização de competências para o uso de múltiplas linguagens que convergem, além disso, a destreza para se auto gerenciar em situações de comunicação que constroem as novas redes telemáticas multimídia. (RUBERTI, 2001, p. 03).

Parece que a aprendizagem da Física exige uma mudança nos conceitos que sustentam as teorias dos alunos, permitindo uma evolução para os princípios que caracterizam as teorias científicas. Devemos contar que o aluno traga para a sala de aula seus conceitos próprios, isto é, suas vivências, para que possamos moldar tais conhecimentos prévios em linguagem científica. Segundo Teixeira (2009);

A linguagem empregada nas aulas de Ciências não apenas comunica sentidos oriundos da esfera de produção científica como também se processa por meio de diversas ressignificações, criando novos sentidos para os conteúdos escolares. (TEIXEIRA e RAZERA, 2009 *apud* SILVA SOUZA, 2013, p.150).

Fazer com que os alunos resinifiquem seus conceitos científicos, pode fazer com que ocorra um despertar do interesse nas aulas de Ciências. Existindo interesse, existirá a curiosidade e, existindo curiosidade, existirá a vontade de realizar

experimentos. Tais experimentos podem significar a diferença entre “contemplação” e “envolvimento”. E sendo os alunos, perfeitamente capazes de replicar os experimentos em casa, estes podem tornar-se multiplicadores de conhecimento; levando a Ciência e, particularmente, a Física, até as suas residências e familiares, tornando-a mais atraente e menos árida, e conseqüentemente, garantindo um bom entendimento das leis que regem a natureza.

Outro problema é a não transmissão do valor e da necessidade em se aprender determinado conteúdo de Física, segundo Goya:

[...] em que medida e com que frequência os professores de Física mostram o valor e a relevância de seus conteúdos, especialmente em termos de sua utilidade prática? Ter bem claro para que serve estudar certo conteúdo tem forte apelo motivacional para todo aluno. (GOYA, 2008, p.51)

E ainda existe a questão da cidadania, que não pode e nem deve ser esquecida, pois nos parece, segundo os trabalhos levantados ao longo dessa pesquisa, ser muito difícil, compreender e participar plenamente do mundo tecnológico atual, sem um mínimo de conhecimento básico da Física. Esse conhecimento deverá libertar os alunos das amarras da ignorância científica, proporcionando, talvez, futuros Físicos e Engenheiros. Além de tornar a população menos susceptível a engodos e enganações presentes no dia-a-dia. Como sugeriu Moreira (2005, p. 101), “uma aprendizagem libertadora, crítica, detectora de bobagens, idiotices, enganações, irrelevâncias”.

4 A Metodologia

A pesquisa numa abordagem quantitativa e qualitativa, foi desenvolvida junto a quatro estabelecimentos de ensino, da cidade de Nova Iguaçu, estado do Rio de Janeiro, que possuíam turmas do segundo ano do Ensino Médio. Também participaram desse trabalho, discentes e docentes voluntários, das escolas participantes.

4.1 O Campo Empírico

Em princípio, procurou-se obter a adesão de dez escolas de Ensino Médio, na participação de parte desta pesquisa. Porém, com o andamento da mesma, um grande problema surgiu: a quantidade de escolas dispostas a colaborar com a pesquisa. Alegando problemas de ordem diversa, tais como: não haver tempo hábil, diretor viajando, impossibilidade de alteração de grade curricular, falta d'água, incompatibilidade de horários, inexistência de professores de Física na escola e assim por diante, a adesão conseguida foi a de quatro estabelecimentos de Ensino.

Superada esta dificuldade, o ambiente educacional em que este trabalho foi desenvolvido, envolveu as quatro escolas de Ensino Fundamental e Médio, sendo duas escolas do âmbito privado (escolas particulares) e duas escolas de âmbito público (escolas estaduais). A divisão feita entre escolas públicas e privadas foi imperativa por, infelizmente, tratarem-se de realidades socioculturais muito distintas, o que poderia comprometer as conclusões da pesquisa.

Iniciando a pesquisa, o segundo ano do ensino Médio foi sorteado para a aplicação do método. Apenas os alunos pertencentes ao segundo ano do Ensino Médio foram convidados a participar como voluntários. Todos foram submetidos a um

questionário preliminar (Apêndice A) onde responderam sobre as suas impressões em relação a Física estudada na escola. Depois disso, foram sorteados quarenta alunos do âmbito particular e quarenta do âmbito público. A ideia foi a de se trabalhar com uma turma do ensino privado, composta por quarenta alunos, que foram avaliados antes e depois da “técnica dos três passos”. O mesmo foi feito, em relação a uma turma do ensino público, ou seja, quarenta alunos foram avaliados antes e depois da aplicação do método supracitado. É importante salientar que o foco deste trabalho, não está em se estabelecer o porquê dos diferentes desempenhos obtidos entre as escolas públicas e as escolas particulares, bastando para este trabalho, a detecção de variação das médias em cada turma, devido a aplicação do método. Tal estudo mais profundo, poderá ser desenvolvido em outro trabalho, com o avanço desta e de outras pesquisas.

É imperativo afirmar que independentemente das condições de cada estabelecimento e das divisões feitas, as escolas participantes contribuíram de maneira decisiva para o êxito do trabalho, quer pela gentileza da direção/coordenação, quer pelo carinho e dedicação dos funcionários, ou ainda pelo enorme engajamento dos alunos, de uma maneira geral. A seguir apresento as escolas, campo empírico do presente estudo.

4.1.1. Escola Estadual Vicentina Goulart

A Escola Estadual Vicentina Goulart encontra-se localizada no bairro de Miguel Couto, no município de Nova Iguaçu no estado do Rio de Janeiro. Segundo informações prestadas pela direção da escola, o estabelecimento de ensino público estadual foi inaugurado em 23 de março de 1965. Conta com 17 salas de aula, biblioteca, auditório, quadra de esportes e refeitório. A população de alunos flutua em torno de 1600 alunos ao ano. Possui um contingente de 26 funcionários e 88 professores. A escola funciona nos três turnos: manhã, tarde e noite, contando com quarenta turmas voltadas para Ensino Médio, sendo oito turmas de Formação de Professores (Ensino Normal) e trinta e duas de Formação Geral. A escola não possui laboratório de Ciências.

4.1.2. Escola Estadual Figueira

A Escola Estadual Figueira encontra-se localizada no bairro de Figueiras-Vila de Cava, no município de Nova Iguaçu no estado do Rio de Janeiro. Segundo informações prestadas pela direção da escola, o estabelecimento de ensino público estadual foi inaugurado em 12 de março de 1977. Conta com 12 salas de aula, biblioteca, auditório, quadra de esportes e refeitório. A população de alunos flutua em torno de 1000 alunos ao ano. Possui um contingente de 12 funcionários e 52 professores. A escola funciona nos três turnos: manhã, tarde e noite. Conta com trinta turmas, sendo que 12 voltadas para o ensino Fundamental e 18 para o ensino Médio (Formação Geral). A escola não possui laboratório de Ciências.

4.1.3. Colégio Novo Horizonte

O Colégio Novo Horizonte, está localizado no bairro Metrópole-Rancho Novo no município de Nova Iguaçu no estado do Rio de Janeiro.

Segundo as informações prestadas pela secretaria da escola, o estabelecimento de ensino foi inaugurado em 28 de novembro de 1964, atua do Ensino Maternal ao Médio. Atua em dois turnos: manhã e tarde. As dependências da escola contam com: dezesseis salas climatizadas, biblioteca, duas quadras de esportes, um auditório/anfiteatro, sala de recursos audiovisuais, laboratório de Ciências e sala de informática, entre outras. O colégio apresenta dezoito turmas da Educação Infantil ao Ensino Médio, sendo que duas do nono ano do ensino fundamental e cinco turmas do ensino Médio. Possuindo 1260 alunos matriculados e 71 funcionários (51 professores).

4.1.4. Colégio Leopoldo

Com características bem similares ao estabelecimento anterior, o Colégio Leopoldo, está localizado no bairro Centro, no município de Nova Iguaçu no estado do Rio de Janeiro.

Também segundo as informações prestadas pela secretaria da escola, o estabelecimento de ensino foi inaugurado em 01 de janeiro de 1930, atua da Educação Infantil ao Ensino Médio. Atua em dois turnos: manhã e tarde. As dependências da escola contam com: 32 salas de aula, biblioteca, quadra de esportes, auditório/anfiteatro, sala de recursos audiovisuais, laboratório de Ciências e sala de informática, entre outras. Possuindo 1220 alunos matriculados e 22 funcionários e 51 professores. O colégio apresenta dezoito turmas da Educação Infantil ao Ensino Médio, sendo que uma do nono ano do ensino fundamental e cinco turmas do ensino Médio.

Para este trabalho, todas as escolas, além de seu espaço físico, disponibilizaram a simpatia, a cordialidade e o apreço a pesquisa. Condição fundamental para se obter êxito em qualquer trabalho.

4.2 Os Sujeitos do Estudo

Este segmento irá apresentar quem são as personagens que participaram deste trabalho, isto é, professores e alunos do Ensino Médio.

4.2.1 Os Professores

Inicialmente, vinte e oito docentes se prontificaram voluntariamente a participar da pesquisa, porém, após submetê-los aos critérios de que fossem: profissionais formados em Física e que atuassem ininterruptamente há quinze anos ou mais como professores de Física no Ensino Médio. Com isso a amostra foi reduzida para dezesseis profissionais, sendo sorteados entre eles, três professores de cada escola participante, num total de doze profissionais de ensino. Todos eles com Licenciatura em Física e atuantes no ensino da Física há mais de quinze anos.

Quando perguntados sobre que avaliação faziam da sua formação acadêmica: 37,3% alegaram ter sido muito boa, enquanto que 66,7% atribuíram a nota regular. Ao serem questionados sobre a importância das aulas práticas laboratoriais em sua formação acadêmica: 41,7% declararam ser muito importantes enquanto que 58,3% declararam ter sido medianamente importantes.

Ainda explorando as suas respostas, questionamos se, a utilização de aulas práticas são importantes para o entendimento da Física, 58,3% responderam positivamente, enquanto que 41,7% responderam negativamente. Ao pedir para que o docente estabelecesse uma frequência ideal para a utilização de aulas práticas, a maioria, 58,3% entende que essa frequência ideal seria “quase sempre”. Já, 16,7% afirmaram ser “eventual” e também o mesmo percentual 16,7% entendem como “raramente”, e 8,3% “em todas as aulas”.

Com isso, montamos um pequeno perfil do entendimento dos docentes avaliados, quanto à sua formação acadêmica, a importância da utilização de experimentos em sua formação e a importância desses experimentos em sala de aula.

4.2.2 Os Alunos

Os alunos participantes envolvidos na pesquisa foram voluntários entre as turmas do segundo ano do Ensino Médio das quatro escolas participantes. Um total de oitenta alunos foram pesquisados, sendo quarenta pertencentes à realidade do

ensino público e quarenta pertencentes a realidade do ensino privado. Todos os alunos possuem a matéria Física e frequentam as aulas regularmente.

Inicialmente, todos os alunos foram convidados a responder um questionário preliminar (Apêndice A), cujo objetivo foi o de levantar subsídios para se responder a seguinte questão: *como o aluno vê a Física?*

Quando questionados se existe um sentimento de receio quanto à Física, 65,3% responderam positivamente enquanto que 30,4 responderam negativamente e 4,3% não opinaram, o que determina um problema inicial de pré-julgamento para com a matéria.

De uma maneira geral, os discentes executaram com esmero e engajamento os trabalhos que lhe foram imputados, independentemente de sua escola ou meio sociocultural.

4.3 A Coleta dos Dados

Neste segmento procuramos indicar a forma como os dados foram coletados até a utilização do método sugerido nesse trabalho.

Relembrando que esses dois grupos de quarenta alunos cada, doravante chamados de turmas, foram compostas exclusivamente por alunos do segundo ano do Ensino Médio. Tal escolha foi aleatória, no universo de três séries possíveis: 1º ano, 2º ano ou 3º ano.

Quanto aos docentes, os mesmos se prontificaram a participar deste trabalho, utilizando ao longo do semestre letivo de 2012, os materiais propostos, ou seja: uma lista de sítios na internet (Apêndice D) contendo apresentações e experimentos de Física, um kit de materiais de fácil obtenção e seu manual (Apêndice G) preparado para a sua utilização em práticas em sala de aula e a “técnica dos três passos” (Apêndice H). Ao final deste trabalho, os mesmos foram convidados a responder a um questionário (Apêndice E), cujo objetivo era determinar se, na avaliação dos docentes participantes, a utilização de tais ferramentas teria modificado o aprendizado dos alunos.

Importante ressaltar que a lista dos sítios, onde o professor pode visualizar os experimentos, teve o objetivo de facilitar a verificação dos materiais a serem utilizados e facilitar também a decisão de quais experimentos poderiam ser realizados em suas aulas, garantindo aos professores a sua autonomia e livre arbítrio.

Todas as turmas foram submetidas a uma prova de verificação de conceitos de Hidrostática e Óptica, os quais fazem parte da grade curricular desta série; a chamada Prova 1 – P1 (Apêndice B). Também foi elaborado e disponibilizado para as turmas, uma lista de sítios na internet (Apêndice D) contendo apresentações de experimentos de Física.

A metodologia empregada nas turmas foi aplicada em quatro etapas:

1ª) *Usando o kit*: Uma vez que o experimento foi escolhido, a “técnica dos três passos” (Apêndice H) foi praticada. Tal técnica consiste em: 1º passo: mostrar/realizar o fenômeno na prática utilizando o kit; 2º passo: propor um debate discutindo quais as causas e efeitos de tal fenômeno; 3º passo: abordar e discorrer sobre as teorias e leis Físicas presentes no fenômeno.

2ª) Finalizado o processo de utilização do kit, foi solicitado que as turmas se dividissem em cinco grupos de oito alunos e apresentassem, no intervalo de uma semana, uma outra experiência simples, de sua inteira e exclusiva escolha, a respeito do tema abordado em sala de aula, preferencialmente com materiais reconhecidamente definidos como sucata, com objetivo de despertar e enaltecer o trabalho coletivo.

3ª) Terminado os experimentos, todas os alunos foram novamente submetidos a uma prova de caráter quantitativo Prova 2 – P2 (Apêndice C), avaliando a existência de diferenças na assimilação do conteúdo, com e sem a prática experimental.

4ª) Um questionário foi respondido pelos professores (Apêndice E) cujo objetivo foi determinar se, na avaliação dos docentes, a utilização das ferramentas sugeridas nesse trabalho, teria modificado o aprendizado dos alunos. Outro foi respondido pelos discentes (Apêndice F), avaliando qualitativamente a relevância de tais procedimentos, na visão dos alunos.

As respostas e resultados colhidos durante a pesquisa, geraram dados que foram expostos através de tabelas e gráficos.

Trabalhos desta natureza já foram veiculados e comprovadamente mostraram sua eficácia e eficiência no que se refere ao aprendizado dos alunos. Como é o caso do trabalho publicado por Valadares (2002) no livro, *Física mais que divertida*, onde ele se baseia em inventos eletrizantes concebidos com materiais reciclados e sucata.

O pretenso problema de não se ter ideia de “o que fazer”, no que se refere aos docentes, foi substancialmente resolvido, segundo os próprios, com a disponibilização e utilização do kit, capaz de proporcionar uma grande quantidade de experimentos simples de Física para o segundo ano do Ensino Médio.

5 A Análise dos Resultados

Neste capítulo expomos os resultados e análise dos dados obtidos junto aos sujeitos do estudo. Analisamos as respostas dadas aos questionários tanto dos alunos quanto dos professores e as notas referentes às avaliações as quais os docentes foram submetidos. Tais informações comporão os dados para a confecção de tabelas e gráficos que serão expostos do decorrer desse capítulo.

5.1 Respostas aos Questionários

Neste segmento, a proposta é comentar algumas das respostas dadas tanto por professores como por alunos sobre as aulas práticas de Física. Além das respostas fornecidas no questionário aplicado, buscaram-se em literaturas recentes e em artigos publicados em anais de congressos e textos de pesquisas oriundas de mestrados e doutorados quais os fatores ligados tanto as dificuldades para a realização das práticas bem como quais as sugestões para minimizar essas dificuldades.

5.1.1 Respostas do Questionário dos Docentes

Iniciam-se aqui as respostas dos professores aos questionamentos propostos (Apêndice E). É importante lembrar que as questões foram propostas para 12

professores formados em Instituições de Ensino Superior do Estado do Rio de Janeiro e que possuem colação de grau há mais de quinze anos.

Diante da questão: Professor, o seu curso de graduação, de alguma maneira, o incentivou ou valorizou o uso das atividades experimentais no ensino de Física?

Diante desta pergunta, 33,4% responderam que SIM, 66,7% responderam que NÃO. Apesar das respostas apontarem o NÃO como o maior percentual, a graduação em Física, têm tratado e ofertado aulas práticas e experimentos laboratoriais em seus currículos formativos, obedecendo o parecer do Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior CNE/CES 1304/2001, quanto as Diretrizes Nacionais Curriculares para os cursos de Física. Onde estão presentes as chamadas Física Experimental I, II e III, haverá a realização de experimentação durante o processo formativo. O problema é: até que ponto, apesar de promover ênfase nas atividades experimentais, os professores realmente absorvem essa premissa?

Importante lembrar que um dos objetivos dessa pesquisa, isto é, analisar junto aos alunos e professores a relevância da utilização de experimentos nas aulas de Física. Nesse contexto Araújo e Abib (2003) registraram o seguinte comentário:

De modo convergente a esse âmbito de preocupações, o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente. Nesse sentido, no campo das investigações nessa área, pesquisadores têm apontado em literatura nacional recente a importância das atividades experimentais. (ARAÚJO e ABIB, 2003, p.176).

É possível perceber nesta pequena citação, que os autores delineiam a importância em ensinar ou em aprender a Física, com o uso das aulas experimentais, se fossem colocadas realmente em prática, de maneira cotidiana.

Surpreendentemente, 91,7% dos entrevistados afirmam ter conhecimento da existência desses experimentos, mas 58,3% afirmam ser problemático o seu uso em sala de aula e 66,7% afirmaram não estar preparados para a realização dos experimentos (apesar de não conclusivo, está aqui uma afirmação de desconforto e de receio da perda da zona de conforto).

Ao serem questionados sobre a existência de laboratórios, onde poderiam ser realizadas as práticas de Física, as respostas foram as seguintes: 75% dos entrevistados disseram que NÃO, apenas 16,7% disseram que SIM e 8,3% afirmaram que sequer sabem se há ou não laboratório nas instituições que lecionam.

Talvez, aqui esteja um dos óbices da realização dos experimentos. Além da falta de carga horária suficiente para tal, há ainda a afirmação por parte dos professores de que, quando existe o laboratório, muitas vezes existem obstáculos para a sua adequada utilização, principalmente nas escolas públicas estaduais.

Também nos foi possível mensurar que, 75% dos professores entrevistados, segundo as suas respostas na décima quinta questão, têm conhecimento da existência de sites da internet, que descrevem experimentos e curiosidades, que podem despertar o interesse dos alunos para as Ciências. No entanto, segundo as respostas das questões seguintes, 83,3% se declararam desmotivados a programar atividades experimentais, em suas aulas. Alves e Stachak (2005) também registraram a unânime falta de preparo e vontade na execução por parte dos professores.

5.1.2 Respostas do questionário dos discentes

Aqui iniciaremos os comentários sobre as respostas dadas ao questionário proposto aos alunos (Apêndice F).

A primeira questão teve a motivação de validar o questionário aplicado, no que se refere as respostas apenas dos discentes participantes desse trabalho.

Na segunda questão: “A proposta de utilizar experimentos de fácil apresentação e baixo custo gerou um efeito positivo na sua aprendizagem?”, ocorre que a maioria absoluta, isto é 96,9% dos alunos que foram submetidos ao método definido neste trabalho, entenderam que essa forma de se receber os conceitos de Física, foi substancialmente positiva. Indicando aceitação plena ao conceito trabalhado.

Na terceira questão: “A apresentação de experimentos em sala de aula pode ser encarada como importante para o entendimento da Física?”, mais uma vez notou-se a plena aceitação, 100% de respostas positivas, além do despertar do interesse nesse processo de ensino/aprendizagem.

Tanto na quarta questão: “O seu grupo realizou reunião/reuniões para elaboração do projeto?” quanto na quinta questão: “Ocorreram debates/discursões em seu grupo, no que se refere ao experimento apresentado?” tentamos determinar se a nova forma de trabalho promoveu reuniões extra classe, interessantes, em nosso

entendimento, para a relação ensino/aprendizagem. Ocorre que para a quarta questão, 75%, isto é, a maioria absoluta, respondeu positivamente. Mais contundente o resultado da quinta questão, isto é, 100% afirmando que ocorreram discussões e debates, o que ratifica o processo de promoção de inter-relacionamentos, salutar a aprendizagem.

Na sexta questão: “Encontraram literatura/informações/sites sobre o tema escolhido?” pretendeu verificar se a lista de endereços na internet ajudou na concretização dos experimentos estudados. De novo, a grande maioria, 75%, acenou positivamente a este quesito.

Na sétima questão: “As demonstrações/experimentos vistas por você ajudaram a entender melhor os conceitos Físicos?” demonstra que 90,6% dos alunos pesquisados perceberam benefícios na utilização do método.

E finalmente na oitava questão: “Você gostaria de, sempre que possível, ter aulas teóricas intercaladas com experimentos Físicos em sala de aula?”, demonstra que o método foi amplamente aprovado e o objetivo do método, que era o de despertar o interesse no estudo da Física, foi atingido, pois 95% dos alunos afirmaram positivamente ao método aplicado.

Diante das respostas dadas pelos alunos, que compactuam com a ideia de que o experimento é fundamental, considerando ainda que, como citado inicialmente, que os professores são sim apresentados aos experimentos em sua formação, que entendem ser as práticas experimentais decisivas para a melhoria do desempenho dos alunos, um questionamento ainda persiste: Por que não usamos os experimentos de forma cotidiana em sala de aula?

5.1.3 Dados Coletados nas Avaliações 1 e 2.

A prova 1 (Apêndice B) refere-se ao conteúdo programático de Física do segundo ano do ensino médio abordado em sala de aula e foi ministrada antes da utilização de demonstrações práticas e/ou lúdicas. A prova 2 (Apêndice C) refere-se aos mesmos temas da prova 1, e foi aplicada após a utilização do método proposto nesse trabalho.

Preferiu-se estabelecer uma distinção entre a turma de ensino privado e a turma de ensino público, por essa última apresentar uma possibilidade de problemas de continuidade com aulas de Matemática e ou Física.

Essa distinção, de modo algum, caracteriza segregação ou preconceito, apenas receamos estabelecer dois ambientes distintos, o que prejudicaria o estabelecimento de um resultado concreto.

Com os resultados obtidos nas avaliações feitas pelos alunos, antes e depois do método definido nesse trabalho, isto é, a “técnica dos três passos”, foi possível confeccionarmos uma tabela abaixo.

Tabela I - Notas dos alunos das escolas pesquisadas, segundo o tipo – 2014.

Aluno	Âmbito Privado		Âmbito Público (Continua)	
	Avaliação P ₁	Avaliação P ₂	Avaliação P ₁	Avaliação P ₂
01	3,0	5,0	1,5	1,5
02	4,0	5,0	2,0	3,5
03	3,0	3,0	0,0	0,5
04	3,0	6,0	1,5	2,0
05	5,0	7,0	2,0	5,0
06	4,0	6,0	3,0	4,0
07	3,0	7,0	2,0	3,5
08	4,0	8,0	4,0	4,5
09	5,0	6,0	2,0	3,0
10	3,0	6,0	1,5	1,5
11	3,0	6,0	1,5	1,0
12	5,0	6,5	3,0	4,0
13	4,0	3,0	4,0	6,0
14	3,0	5,0	2,5	3,5
15	3,0	7,0	3,0	2,5
16	3,0	5,0	4,0	3,5
17	3,0	6,0	6,0	7,0
18	3,0	7,0	1,5	1,0
19	3,0	3,0	0,5	1,5
20	5,0	2,0	2,0	2,5
21	3,0	6,0	2,0	2,5
22	3,0	5,0	3,5	3,5
23	4,0	3,0	3,5	4,0
24	3,0	5,0	3,0	3,5
25	4,0	7,0	2,5	3,0
26	3,0	5,0	1,5	2,0
27	4,0	5,0	1,5	2,0
28	3,5	7,0	3,5	1,5
29	4,0	3,0	4,0	2,0
30	4,0	6,0	2,5	2,5
31	3,0	6,0	2,0	2,5

32	3,0	6,0	1,5	3,0
33	3,0	5,0	2,5	4,5
34	4,0	7,0	3,0	3,5
35	3,0	5,0	4,0	4,5
36	3,0	7,0	5,0	5,0
37	3,0	5,0	2,5	2,5
38	4,0	6,0	4,5	4,0
39	4,0	5,0	4,5	4,5
40	3,0	3,0	2,0	4,0

Fonte: Avaliações P₁ e P₂ submetidas aos alunos.

Nota: (P₁) e (P₂) correspondem as avaliações submetidas aos alunos antes e depois da aplicação da “técnica dos três passos”.

Analisando os resultados, podemos concluir que, no âmbito do ensino privado, a turma apresentou um total de 140,5 pontos num universo de 400,0 pontos, correspondendo a média de 35,1% de acertos na prova 1. Na prova 2, a mesma turma obteve um total de 216,5 pontos correspondendo a média de 54,1%. Havendo então uma variação percentual positiva de 19,0%.

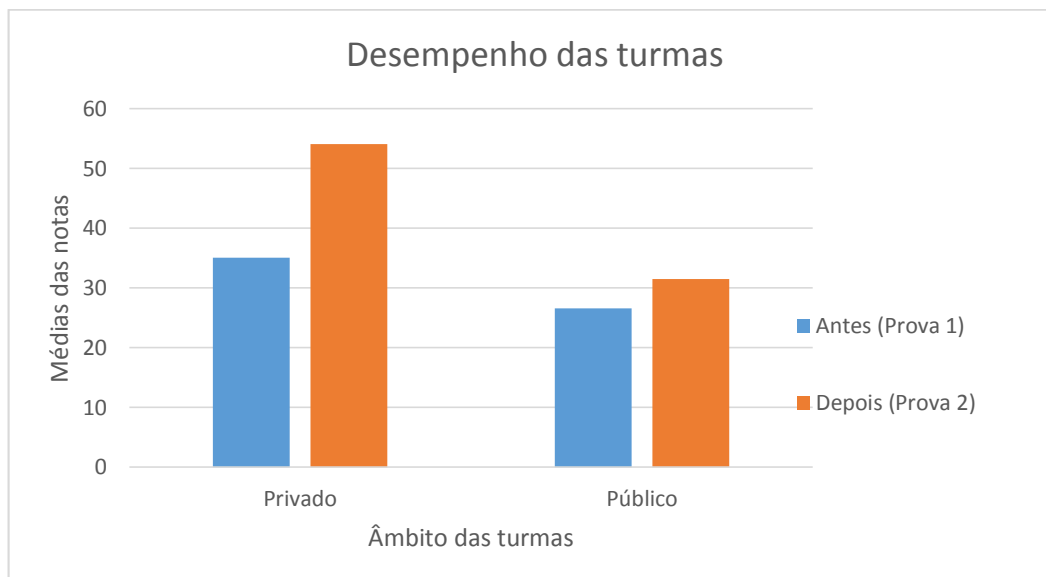
Seguindo a mesma linha de raciocínio para a turma de âmbito público, temos que, ela apresentou um total de 106,5 pontos num universo de 400,0 pontos, correspondendo a média de 26,6% de acertos na prova 1. Na prova 2, a mesma turma obteve um total de 126,0 pontos correspondendo a média de 31,5%. Havendo então uma variação percentual positiva de 4,9%.

Calculamos as médias das turmas obtidas com as avaliações (prova 1 e prova 2). Com isso, foi possível construirmos a tabela comparativa do desempenho das turmas antes e depois de aplicada a “técnica dos três passos”.

Tabela II – Desempenho médio das turmas antes e depois da aplicação da “técnica dos três passos”.

Desempenho Médio			
	Antes (P ₁)	Depois (P ₂)	
Privado	35,1	54,1	
Público	26,6	31,5	

Fonte: Avaliações P₁ e P₂ submetidas aos alunos.



Quadro II – Gráfico do desempenho das turmas. Fonte: Aplicativo Excel.

A análise estatística a seguir irá comprovar se a metodologia tratada nesse trabalho é relevante para uma melhora no desempenho dos alunos do ensino particular.

5.2 O Tratamento Estatístico

A seguir iremos fazer uma análise estatística em relação aos resultados obtidos na turma do âmbito particular, e depois estaremos confrontando os resultados com a análise estatística na turma do âmbito público.

5.2.1 Estatística dos Resultados da Turma de Âmbito Privado.

Por se tratarem de amostras pareadas (ambas têm o mesmo tamanho), cada uma das unidades estatísticas de interesse, ou seja, a nota da avaliação dada aos alunos, antes e depois da aplicação da “técnica dos três passos”, será medida duas

vezes, para se obter as diferenças entre os valores pareados e, conseqüentemente, a distribuição das diferenças. Nessas hipóteses, as amostras guardarão uma certa dependência entre elas e pressupomos que sejam amostras extraídas de uma mesma população, com a distribuição das diferenças hipoteticamente normal com variância igual a zero ($\mu_d = 0$).

Pressupondo distribuição normal com variância desconhecida para essa população das diferenças, devemos estimar a variância populacional da diferença, pela variância das diferenças das amostras. Pelo Teorema Central do Limite, para N grande ($N > 30$), as populações têm distribuição normal ou aproximadamente normal. Agora, nessas condições, a estatística de teste adequada é baseada numa distribuição t-Student, pois, usaremos um estimador para a variância: a variância amostral das diferenças, como já dissemos.

Portanto, aplicamos um teste paramétrico para a diferença das médias das duas amostras pareadas, em que medimos a mesma unidade estatística duas vezes, em dois momentos distintos (antes e depois da aplicação da “técnica dos três passos”), para testar a significância da metodologia utilizada. Como esperamos que o método dos “três passos” seja eficiente, utilizamos um teste unilateral, confrontando a hipótese nula (onde não há diferença entre as médias) com a hipótese alternativa (onde a média após a aplicação da metodologia é maior que a média antes da aplicação da metodologia). É o que esperamos do teste estatístico realizado.

5.2.1.1 Tratamento Estatístico

Em [Estatística](#), a hipótese nula, representada por H_0 , é uma [hipótese](#) que é apresentada sobre determinados fatos estatísticos e cuja [falsidade](#) se tenta provar através de um adequado [teste de hipóteses](#).

A estatística do teste t-Student para amostras pareadas, é dada pela expressão:

$$t_{Calc} = \frac{\bar{d} - \mu_d}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad \text{Onde:}$$

\bar{d} é a média das diferenças entre os valores das amostras pareadas;

μ_d é a média populacional das diferenças, com variância desconhecida σ , sob hipótese de normalidade, cujo valor é estimado pela expressão: $\frac{S}{\sqrt{n}}$ onde:

S é o desvio padrão da amostra das diferenças;

n é o tamanho da amostra.

Usamos $\alpha = 5\%$ (nível de significância) com grau de liberdade 39 (40-1) para essa estatística unilateral t - Student.

Com o nível de significância $\alpha = 5\%$ e grau de liberdade (gl) igual a 39, segundo a tabela para Distribuição t de Student (Anexo J), encontramos o valor tabelado $t_{tabelado} = 1,685$.

Nas condições acima, temos: $t_{Calculado} = \frac{\bar{d} - \mu_d}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$

Decisão do teste:

Aceitar H_0 se $|t_{Calculado}| \leq t_{Tabelado}$ isto é, não há evidência que o método usado foi eficiente.

Rejeitar H_0 se $|t_{Calculado}| > t_{Tabelado}$ isto é, há evidência significativa que o método utilizado foi eficiente.

Com efeito, a partir dos resultados obtidos pelas avaliações dos alunos do ensino privado, determinamos os valores abaixo:

Como $\bar{d} = 1,9$; $\mu_d = 0$; $S = 1,6$; $n = 40$ então:

$$t_{Calculado} = \frac{1,9 - 0}{\frac{1,6}{\sqrt{40}}} = 7,5 \quad t_{Tabelado} = 1,685 \quad \text{portanto } |7,5| > 1,685.$$




Com os resultados dos cálculos concluiremos que $t_{Calc} > t_{Tab}$. Assim, rejeita-se H_0 , ou seja, é pequena a probabilidade de que $\mu_d = 0$.

Portanto, há clara evidência estatística de que o tratamento é significativo; ou seja, será relevante a aplicação da “técnica dos três passos”.

5.2.1.2 Tratamento Estatístico com Aplicativo Minitab.

Assim, no intuito de corroborar os cálculos encontrados, utilizamos o aplicativo estatístico Minitab, onde as conclusões foram bem semelhantes aos cálculos anteriormente citados.

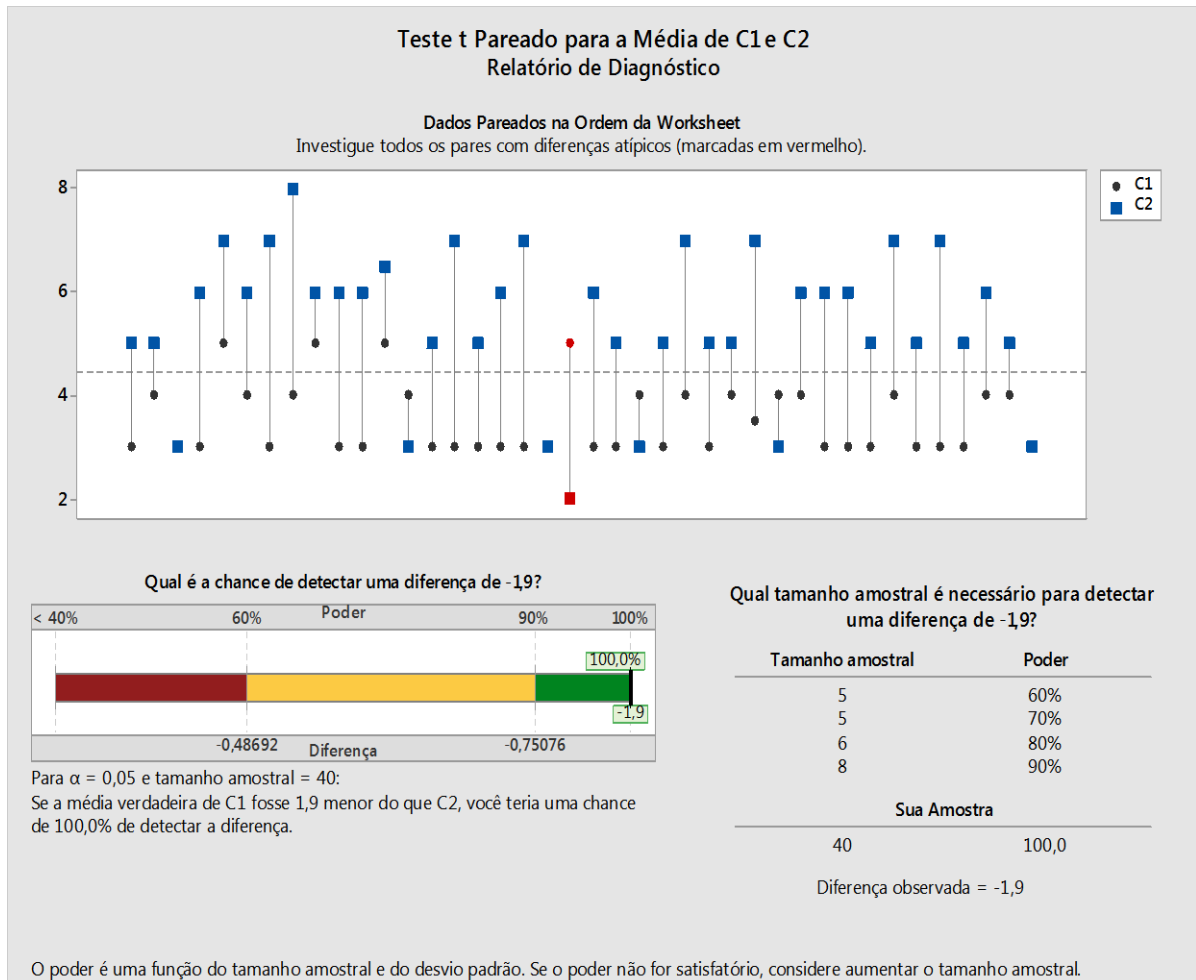
a) Hipótese de normalidade:

Teste t Pareado para a Média de C1 e C2 Cartão de Relatório		
Verificar	Status	Descrição
Dados Atípicos		Uma das diferenças pareadas (linha 20) é atípico quando comparada às outras. Como os dados atípicos podem ter uma forte influência nos resultados, tente identificar a causa de sua natureza atípica. Corrija quaisquer erros de entrada de dados ou medições. Considere remover os dados que estão associados com causas especiais e repetir a análise.
Normalidade		Como o tamanho amostral é de, no mínimo, 20, a normalidade não é um problema. O teste é exato com dados não-normais quando os tamanhos amostrais são grandes o suficiente.
Tamanho da Amostra		A amostra é suficiente para detectar a diferença entre as médias.

Quadro III – Teste t Pareado. Fonte: Aplicativo Minitab.

De acordo com as hipóteses exigidas para a aplicação do Teste t - Pareado de Student, o aplicativo garante a normalidade dos dados e tamanho da amostra adequado.

b) Diagnóstico das amostras

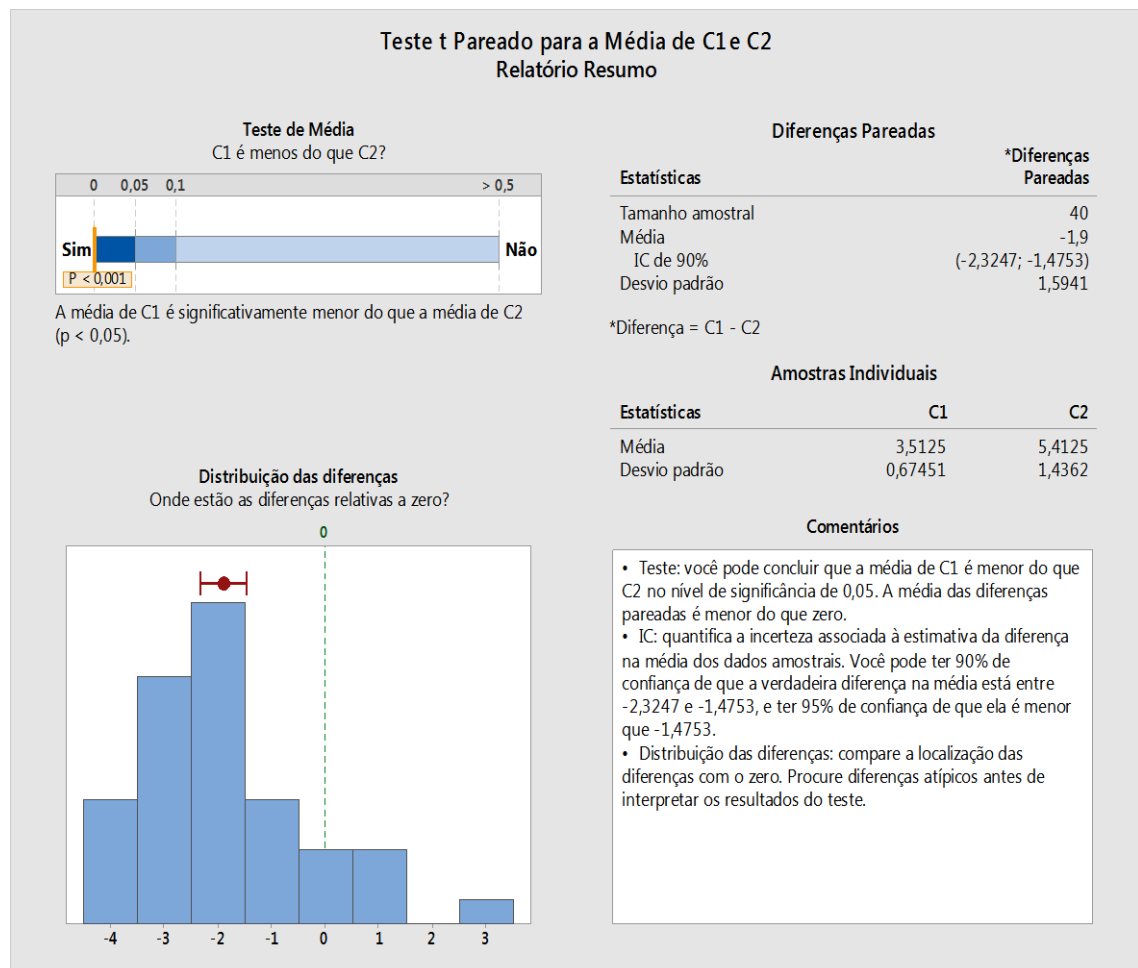


Quadro IV – Teste t Pareado. Fonte: Aplicativo Minitab.

A amostra apresentou apenas um outlier, ou seja, um ponto atípico nas diferenças que não resolvemos investigar por achá-lo irrelevante na influência dos demais dados. O teste, detecta com confiança de 100 %, qualquer diferença menor que - 1,9 entre elas.

Obs. O sinal negativo da diferença observada é devido a ordem considerada no programa: $d_1 - d_2 < 0$. A nossa hipótese considera, equivalentemente, $d_2 - d_1 > 0$.

c) Resultado dos cálculos:



Quadro V – Teste t Pareado. Fonte: Aplicativo Minitab.

5.2.2 Estatística dos Resultados da Turma de Âmbito Público.

Como $\bar{d} = 0,5$; $\mu_d = 0$; $S = 1,0$; $n = 40$ então:

$$t_{Calculado} = \frac{0,5 - 0}{\frac{1,0}{\sqrt{40}}} = 3,2 \quad t_{Tabelado} = 1,685 \text{ portanto } |3,2| > 1,685.$$

Com os resultados dos cálculos concluiremos que $t_{calc} > t_{Tab}$.

Assim, rejeita-se H_0 , ou seja, é pequena a probabilidade de que $\mu_d = 0$.




Apesar dos resultados obtidos na turma de âmbito público terem sido menores que as do âmbito particular, ainda assim, segundo as análises estatísticas, a utilização

da “técnica dos três passos” também se demonstrou relevante na melhora do desempenho dos alunos nas avaliações feitas.

5.2.2.1 Tratamento Estatístico com Aplicativo MiniTab.

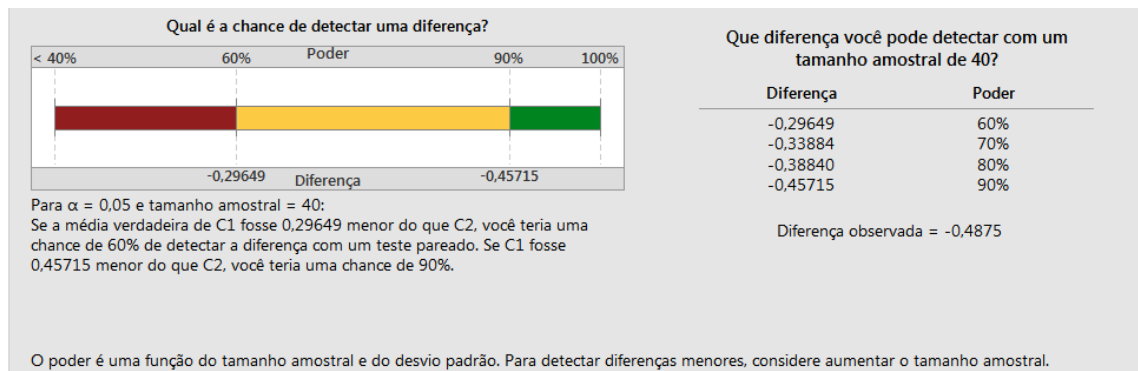
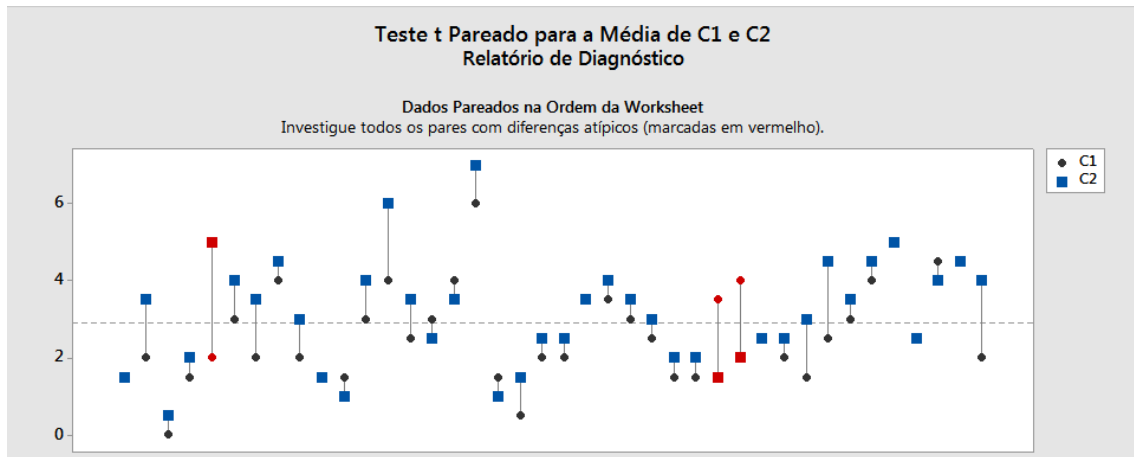
Como feito anteriormente, no intuito de corroborar os cálculos encontrados, utilizamos o aplicativo estatístico Minitab, onde as conclusões foram bem semelhantes aos cálculos anteriormente citados.

a) Hipótese de normalidade:

Teste t Pareado para a Média de C1 e C2		
Cartão de Relatório		
Verificar	Status	Descrição
Dados Atípicos		Algumas das diferenças pareadas são atípicas quando comparadas às outras. Como os dados atípicos podem ter uma forte influência nos resultados, você deve tentar identificar a causa de sua natureza atípica. Esses pontos estão marcados em vermelho no Relatório de Diagnóstico. Você pode passar o cursor sobre um ponto ou usar o recurso da Função Brush do Minitab para identificar a linha da worksheet. Corrija quaisquer erros de entrada de dados ou medições. Considere remover os dados que estão associados a causas especiais e repetir a análise.
Normalidade		Como o tamanho amostral é de, no mínimo, 20, a normalidade não é um problema. O teste é exato com dados não-normais quando os tamanhos amostrais são grandes o suficiente.
Tamanho da Amostra		A amostra é suficiente para detectar a diferença entre as médias.

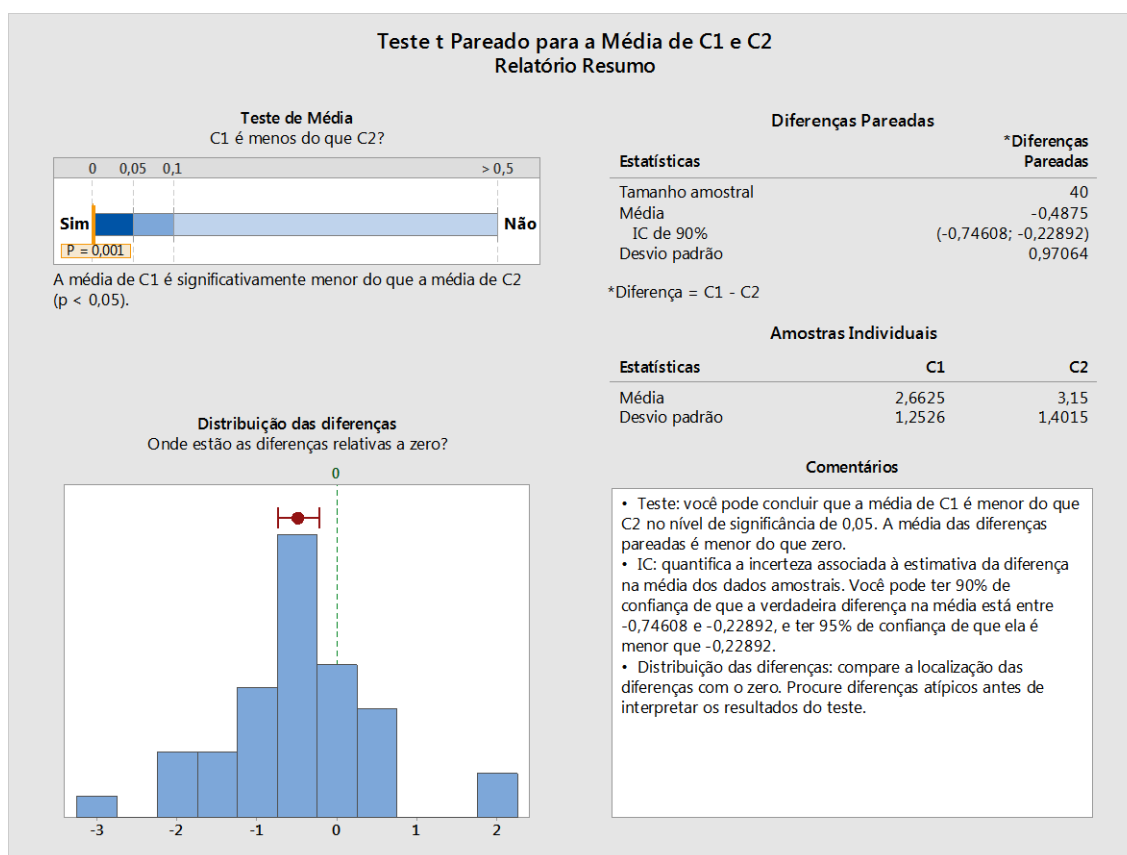
Quadro VI – Teste t Pareado. Fonte: Aplicativo Minitab.

b) Diagnóstico das amostras



Quadro VII – Teste t Pareado. Fonte: Aplicativo Minitab.

c) Resultado dos cálculos:



Quadro VIII – Teste t Pareado. Fonte: Aplicativo Minitab.

Como havíamos afirmado anteriormente, não faremos nesse trabalho, apontamentos para as possíveis causas das diferenças entre os resultados obtidos nos dois âmbitos educacionais, uma vez que o trabalho foi baseado no de se provar que o método proposto era ou não relevante para o ensino.

6 Conclusões e Recomendações Finais

Vencidas as dificuldades para o pleno desenvolvimento desta pesquisa, criaram-se as condições necessárias à discussão acerca do problema apontado, isto é, da relevância em se utilizar experimentos de fácil aquisição cotidianamente em sala de aula.

É claro que a utilização de um laboratório com todos os recursos para se implementar aulas práticas de maneira cotidiana, seria a situação ideal. Porém, sabemos que, com a realidade atual e com todos os problemas já mencionados nessa pesquisa, essa prerrogativa é peculiar a apenas pouquíssimos estabelecimentos de ensino. A proposta dessa pesquisa é a de se institucionalizar a utilização de experimentos simples e de baixo custo no laboratório, no auditório, na quadra de esportes, na sala de aula, ou seja, em qualquer lugar em que se possa disponibilizar para se fazer as práticas experimentais.

Os dados recolhidos dos docentes e discentes das escolas abordadas forneceram a comprovação material de que tais procedimentos, isto é, a utilização do kit de materiais agregado com a “técnica dos três passos”.

É importante que pesquisas, como essa, sejam feitas e sejam tratadas por técnicas cientificamente reconhecidas como o tratamento estatístico realizado nesse trabalho para a sua validação.

Como resultado, a pesquisa produziu dois produtos: Um kit de materiais de fácil aquisição e um procedimento metodológico chamado “técnica dos três passos”.

Com essa formatação proposta, segundo os questionários respondidos e as avaliações feitas, o ensino da Física tornou-se mais entusiasmante tanto para o professor quanto para o aluno, estabelecendo uma melhor conexão com a Física e a realidade cotidiana, e despertando a verdadeira impulsionadora da Ciência, que é a curiosidade.

Um ponto negativo importante que deve ser destacado, durante a condução desta pesquisa, foi o de se detectar o desconhecimento de boa parte dos docentes quanto aos produtos acadêmicos produzidos no país. Durante o desenrolar da pesquisa notou-se que os professores pouco ou nunca tinham contato com as novas propostas acadêmicas, demonstrando desinteresse ou desconhecimento, no que se refere aos trabalhos editados nessa direção. Daí surgiu a ideia de uma atualização periódica, a todos os docentes na área de ensino de Ciências, para que estes entrem em contato com os trabalhos e ideias já apresentados no meio acadêmico, com isso, acabando com a descontinuidade de trabalhos e projetos no âmbito educacional.

Sendo assim, espera-se que esta pesquisa seja continuada, para que num futuro próximo, seja possível alcançar uma facilitação no trabalho dos professores e

sobretudo uma melhoria no desempenho dos alunos, no que se refere ao entendimento das Ciências em geral e da Física em particular.

Portanto, através desse trabalho, demonstrou-se que a metodologia proposta, onde se fez presente o processo de experimentação, conseguiu facilitar o processo de ensino/aprendizagem. Conclui-se que, através de um pequeno investimento, é possível proporcionar aulas de qualidade, onde o aumento da curiosidade, do interesse e do desempenho podem ser alcançados.

Através dessa pesquisa, demonstramos que a metodologia proposta, onde se fez presente o processo de experimentação, conseguiu facilitar o processo de ensino/aprendizagem. Concluímos que, através de um pequeno investimento, é possível proporcionar aulas de qualidade, onde o aumento da curiosidade, do interesse e do desempenho podem ser alcançados.

Também, nos ocorreu ser uma boa proposta, a recondução dos professores formados a mais de 15 anos ao meio acadêmico, para que, de alguma forma, tomem contato com os resultados das pesquisas recentes, de forma a despertá-los para as novas tecnologias de ensino e para um aprimoramento com a utilização de um kit, aliado às aulas teóricas para o ensino da Física.

Portanto, concluímos que a “técnica dos três passos” conseguiu proporcionar aos alunos a “ressignificação” dos seus conceitos científicos, despertando a curiosidade, através das práticas experimentais. Desenvolver experimentos de baixo custo, sem a necessidade de espaço específico (laboratório) simplificou a utilização dessas práticas como coadjuvantes no ensino da Física.

REFERÊNCIAS

ALESSANDRA G. S. Capovilla; Fernando C. Capovilla. **ALFABETIZAÇÃO: Método fônico**. São Paulo: MEMNON, 2007. p. 8.

ALMEIDA, P. N. **Educação Lúdica**. 9ª ed. s/l. São Paulo: Edições Loyola, 1998.

ALVES, V. C.; STACHAK, M. **A importância de aulas experimentais no processo ensino aprendizagem em física: eletricidade**. XVI Simpósio Nacional de ensino de Física-SNEF. Universidade do Oeste Paulista-UNOESTE, Presidente Prudente-SP, 2005, p. 1-4.

ALVES, R. **Esperança e objetividade: uma crítica da Ciência**. Trans/Form/Ação, v. 1, 1974, p. 79-90

ANDERY, M. A.; MICHELETTO, N. **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. São Paulo: Editora Garamond, 2007.

ANTUNES, C. **Professores e Professauros**: reflexão sobre a aula e práticas pedagógicas diversas. Petrópolis: Vozes, 2008.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V.S., **Atividades experimentais no ensino de Física**: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 2, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**, Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AXT, R. **O papel da experimentação no ensino de ciências**, In: MOREIRA, M.A.; AXT, R., **Tópicos em ensino de ciências**. Porto Alegre, Sagra, 1991, p.79-90.

BECKER, F. **A Epistemologia do Professor**: o cotidiano da escola. Petrópolis: Vozes, 2008.

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. **O gostar e o Aprender no Ensino de Física**: Uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 194-223, 2007.

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências.** **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, UFSC, Florianópolis, 19.3, 2002. p. 291-313.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional** (Lei 9394/96), de 20/12/1996.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais/Ensino Médio.** Ministério da Educação e Secretaria da Educação Média e Tecnologia. Brasília: MEC, 1999.

BRASIL. **Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física.** Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Parecer 1,304 de 2001-Diário Oficial da União, seção 1, de 07/12/2001, p. 25.

CACHAPUZ, A., **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**, São Paulo, Cortez, 2005.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PEREZ, D., **Formação de Professores de Ciências.** São Paulo: Cortez, 1993.

CAPOVILLA, A. G. S. et al. **Alfabetização: método fônico.** São Paulo: Memnon, 2007, p. 8.

CHARLOT, B. **Da relação com o saber: elementos para uma teoria.** Porto Alegre: Artmed Editora, 2000.

COSTA, J. M. G. C., **Ensino da Electricidade no 9º Ano de Escolaridade: Um Kit de Baixo Custo Para o Ensino Experimental.** Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Portugal: eg.sib.uc.pt, 2007, p.6.

COSTA, N. L., **A formação do professor de ciências para o ensino da Química do 9º ano do Ensino Fundamental: A inserção de uma Metodologia**

Didática Apropriada nos Cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade do Grande Rio “Prof. José de Souza Herdy”, Duque de Caxias: 2010.

CARVALHO JÚNIOR, Gabriel Dias; SILVÉRIO, Colégio Marista Dom. **As concepções de ensino de física e a construção da cidadania.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 1, 2002, p. 53-65

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** São Paulo: Cortez, 2007.

DEMO, Pedro. **Pesquisa: princípio científico e educativo.** São Paulo: Cortez, 1997.

DIAS, P. M. C.; SANTOS, W. M. S.; SOUZA, M. T. M. **A Gravitação Universal (Um Texto para o Ensino Médio).** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 26, 2004, p. 257-271.

FARIAS, A. G; SPELLER, M.A.R. **O Brincar na Psicanálise e na educação.** Cuiabá: EdUFMT, 2008.

FIOLHAIS, C. **Física divertida,** São Paulo: Editora Universidade de Brasília, 2000.

FEYNMAN, R.P. **Física em seis lições.** 3 ed., Rio de Janeiro: Ediouro, 1999.

FEYERABEND, Paul. **Contra o método.** São Paulo: UNESP, 2007.

GALIAZZI, M. C., **Educar pela Pesquisa: ambiente de formação de professores de ciências.** Ijuí: Unijuí, 2003.

GALIAZZI, M. C. et al. **Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências.** Ciência & Educação, v. 7, n.2, 2001, p.249-256.

GASPAR, A. **Experiências de ciências**: para o ensino fundamental, São Paulo: Editora Ática, 2005.

GLEISER, M. **Por que Ensinar Física?** Física na escola. V.1, n.1, 2000. p.4. Disponível em <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol1/Num1/>> Acessado em 13 de jan/2015.

GIL, A. C. **Metodologia do ensino superior**. 4 ed., São Paulo: Atlas, 2005.

GOYA, Alcides, BZUNECK, José A., GUIMARÃES, Sueli É. R, **Crenças de eficácia de professores e motivação dos alunos para aprender Física**, Revista Semestral da associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional, v.12, n. 2, Janeiro/Julho 2008. p. 51-67.

GRAF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. **Física 3 eletromagnetismo**, Apresentação Geral da Proposta. V. 3, São Paulo, Edusp, 2005, p.19-20.

HENGEMÜHLE, A. **Desenvolver as potencialidades humanas: concepções para a formação de professores**. Revista Trajetória Multicursos – FACOS/CNECOsório, V. 3, n. 2, 2012, p. 47.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens**. 4 ed., São Paulo: Edusp, 2004.

KANBACH, B. G. **A relação com o saber profissional e o emprego de atividades experimentais em Física no Ensino Médio**: uma leitura baseada em Bernard Charlot. [Dissertação], Londrina (PR): 2005.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; KANBACH, B. G. **A relação com o saber profissional do professor de Física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no Ensino Médio**, In Investigações em Ensino de Ciências – V12(3), 2007. p. 305-320.

LEVADA, C. L. et al. **O papel da intuição nas descobertas e invenções científicas**. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.6, N.11; 2010, p. 3.

LOPES, G. **Brincando com vetores: Uma análise das grandezas vetoriais no ensino médio**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências (Modalidade Física). Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2001.

LUNKES, M. J.; Rocha Filho, J. B. **A baixa procura pela licenciatura em Física, com base em depoimentos de estudantes do ensino médio público do oeste catarinense**. Revista Ciências & Ideias Vol. 5, N.1, 2014. p.2.

MATOS, F. C, et al. **O parafuso de Arquimedes: uma inovação no ensino de matemática sob a perspectiva da modelagem matemática no IFPA**. XI Encontro Nacional de Educação Matemática, Curitiba – Paraná, 2013.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa subversiva**. In: Encontro Internacional Sobre Aprendizagem Significativa, III, 2000, Lisboa. Atas... , Lisboa: Indivisa, 2005. pp. 83-101.

MOREIRA, M. A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua Implementação em Sala de Aula**. Brasília: Editora Da Universidade De Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A.; Ostermann, F. **Sobre o ensino do método científico**. Caderno catarinense de ensino de física, Florianópolis, Vol. 10, n. 2, ago. 1993. p. 108-117.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo, EPU, 1999, p. 109-121.

MOREIRA, M. A., **Tópicos em Ensino de Ciências**. Instituto de Física – UFRGS- Sagra, 1981.

MOREIRA, M. A.; ROSA, P. R. S. **Uma introdução à pesquisa quantitativa em Ensino**. Porto Alegre: Ed. dos Autores, 2008.

NARDI, R. et al. **Pesquisa em Ensino de Ciências**: contribuições para a formação de professores. São Paulo: Escrituras, 2004.

OSTERMANN, F., MOREIRA, M. A. **Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”**. Investigações em ensino de ciências, Instituto de Física – UFRGS, Porto Alegre: v. 5, n. 1, 2000, p.p. 23-48.

PAVÃO, A. C. Freitas, D. (Orgs). **Quanta Ciência há no Ensino de Ciências**. São Carlos – EdUFSCar, 2008.

PEIXOTO, M. A. N. & SILVA, F. W. O. **Os laboratórios de ensino de Física nas escolas estaduais de Belo Horizonte**, In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA Atas do XV SNEF, CEFET-PR, Curitiba, 2003.

PEREIRA N., L. L.; SILVA N., J. F. **As representações sociais de professores-discentes do PGP e o ensino de matemática**: uma aversão culturalmente construída. In: XIII CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2011, Recife-PE. XIII CIAEM-IACME, Recife, Brasil, 2011. RECIFE-PE: EDUMATEC-UFPE, 2011, p.1.

PESSOA, O. F.; GEVERTZ, R.; SILVA, A. G. **Como ensinar Ciências**. São Paulo: 5ª Ed. Companhia Editora Nacional, 1985.

PIETROCOLA, M. **Curiosidade e imaginação**: os caminhos do conhecimento nas ciências, nas artes e no ensino. Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning; 2004, p.2.

PIETROCOLA, M., **Filosofia, Ciência e História: Uma homenagem aos 40 anos de Colaboração de Michel Paty com o Brasil.** [Discurso Editorial]. São Paulo, 2005, p. 329.

PIZARRO, W. A. G., **O professor de matemática no laboratório de física, a importância do ensino de física experimental e de um novo paradigma educacional para renovar o seu perfil.** Dissertação de Mestrado Centro Universitário Nove de Julho, São Paulo, 2000.

POPPER, K. **Autobiografia intelectual.** São Paulo: Cultrix; 1977.

POZO, J. I., **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** Porto Alegre: Artmed; 2009.

PRÄSS, A. R. **Teorias de Aprendizagem.** Disponível em <http://www.httpScriniaLibris.com>, 2012, p.27/35. Acesso:12 setembro 2014.

RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Educação. **Currículo Mínimo 2012 - Física.** Rio de Janeiro: SEEDUC, 2012.

ROSA, C. T. W., ROSA, B. **A teoria histórico-cultural e o ensino da Física,** Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653), 2004.

RUBERTI, I.; PONTES, A. N. **Mídia, educação e cidadania: considerações sobre a importância da alfabetização tecnológica audiovisual na sociedade da informação.** Educação Temática Digital, Campinas, v. 3, n. 1, 2001, p. 21-27.

SALES, F. H. S.; OLIVEIRA, R. M. S.; PONTES, L. R. S. **Experimentoteca de Física: Uma proposta alternativa para o ensino de Física no Ensino Médio.** HOLOS, v. 4, 2010. p. 143-159.

SANTOS, E. I. **Atividades experimentais lúdicas e com material de baixo custo: uma experiência com formação continuada de professores de física.** Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências (Modalidade Física). Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2003.

SANTOS, E. I.; [PIASSI, L. P. C.](#); FERREIRA, N. C. **Atividades Experimentais de Baixo Custo como Estratégia de Construção da Autonomia de Professores de Física: Uma Experiência em Formação Continuada.** In: IX EPEF- Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2004, Jaboticatubas. Atas do IX EPEF- Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2004.

SANTORO, A.; CARUSO, F. **O Ensino de Física e o Resultado da Avaliação Internacional.** Pisa. CBPF, 2007.

SILVA SOUZA, L. E.; PINHEIRO LIMA, J. C.; DE LIMA NETO, W. S. **Ensino de Ciências no Brasil: desafios contemporâneos no ensino da Física a partir de uma proposta interdisciplinar.** Revista Magistro, n. 08, 2013, p. 150.

RBEF – Revista Brasileira de Ensino de Física - Sociedade Brasileira de Física. **Artigos da RBEF discutem presente e futuro do ensino de Física.** São Paulo, Março de 2014. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/>> Acesso em: 4 mai. 2015.

SOUZA, T. C. F. **Avaliação do ensino de Física: um compromisso com a aprendizagem,** Passo Fundo: Ediupf; 2002.

TEIXEIRA, P. M. M.; RAZERA, J. C. C. **Ensino de Ciências: Pesquisa e pontos em discussão.** São Paulo: Komedi, 2009.

TRUMPER, R. **The physics laboratory – a historical overview and future perspectives.** Science & Education, 12, p. 645-670, 2003.

VALADARES, E. C. **Física mais que divertida: inventos eletrizantes baseados em materiais reciclados e de baixo custo.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.

VASCONCELLOS, C. S., **Construção do conhecimento em sala de aula**, São Paulo: Libertad; 2003.p. 193.

VASCONCELLOS, C. S., **Resgate do professor como sujeito de transformação**, São Paulo, Loyola, 1998.

VILLANI, A.; ARRUDA, S. M.; LABURÚ, C. E. **Perfil Conceitual e/ou Subjetivo?** Apresentação Oral. Atas III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ABRAPEC-, São Paulo: Resumos, 2001. p. 97.

VILLANI, A. et al. **Filosofia da ciência e psicanálise**: analogias para o ensino de ciências. Santa Catarina: Cadernos Catarinense de Ensino de Física, v 14, 1997. p.1, p. 37-55.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**, 2. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

XAVIER, J. C., **Atas do XV Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2005.

Apêndices

Apêndice A - Questionário Preliminar.



Secretaria do Mestrado em Ensino das Ciências

PPGEC- Mestrado em Ensino das Ciências

Prezado aluno(a), o questionário abaixo faz parte de uma pesquisa intitulada “A relevância da utilização de experimentos com materiais de baixo custo para a melhor aprendizagem do ensino da Física no ensino médio”. As respostas dadas abaixo comporão parte da base de dados estatísticos a serem utilizados na pesquisa supra citada. Todas as perguntas a seguir referem-se a matéria do Ensino Médio intitulada **Física**.

Por favor, responda às questões abaixo:

- 1- O aluno(a) cursa a matéria intitulada Física?
 Sim. Não. Não sei informar.
- 2- O aluno(a) possui algum sentimento de receio (ou medo) da matéria (Física)?
 Sim. Não. Não sei informar.
- 3- Graduando o **seu** receio quanto a matéria (Física), seja “0” que significa nenhum receio até “10” que significa total pavor da matéria (Física), qual a sua avaliação? () Colocar a sua graduação de zero a dez.
- 4- O aluno(a) apresenta dificuldades em entender a matéria (Física)?
 Sim. Não. Não sei informar.
- 5- Você concorda com a frase: “A Física é para poucos!” isto é, somente alguns são capazes de entendê-la.
 Sim. Não. Não sei informar.
- 6- No seu entendimento, a Física está relacionada com o seu cotidiano (dia-a-dia)?
 Sim. Não. Não sei informar.
- 7- No seu entendimento, estudar a matéria (Física) é importante para a sua vida ?
 Sim. Não. Não sei informar.
- 8- Você saberia informar o porquê precisamos estudar a matéria (Física)?
 Sim. Não. Não sei informar.
- 9- Assinale a frase que *mais se aproxima* do que você pensa sobre a matéria (Física)? (Você pode assinalar até duas.)
 A Física está presente no Ensino Médio e também no ENEM; terei dificuldades com ela!
 A Física está relacionada com o cérebro humano, no local que controla o sono! É muito chata!
 A Física está presente em todas as partes e em tudo, é uma questão de cidadania aprendê-la!
 Os cientistas são importantes para o mundo! Mas a Física, infelizmente, não é para todo mundo!
 A Física é um conjunto de fórmulas que devem ser aplicadas na resolução de questões.

Muito obrigado!

Apêndice B – Avaliação de Conteúdo: Prova 1.



Prova 1 - Turma:

1- Uma esfera oca de alumínio tem 50 g de massa e volume de 50 cm^3 . O volume da região “vazia” é 30 cm^3 . Determine a densidade da esfera e a massa específica do alumínio, em g/cm^3 .

2- Um paralelepípedo homogêneo de massa 6000 kg tem 2,0 m de comprimento, 1,5 m de largura e 1,0 m de altura. Determine as possíveis pressões exercidas pelo paralelepípedo quando apoiado em uma superfície lisa e polida. Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$.



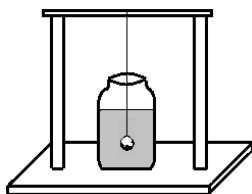
3- Três recipientes com alturas iguais a 0,5 m, mas com formatos diferentes, são totalmente preenchidos com um mesmo líquido de densidade 10^3 kg/m^3 , como indica a figura. A área do fundo dos recipientes é $0,4 \text{ m}^2$ para todos eles. Sendo a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$ e a pressão atmosférica igual a 10^5 Pa , determine:



a) a pressão total exercida no fundo dos três recipientes; _____

b) a intensidade da força que atua no fundo dos três recipientes. _____

As questões 4, 5 e 6, referem-se a figura abaixo.



Um suporte apoia um fio de náilon que sustenta uma esfera metálica e homogênea. A esfera é colocada dentro de um recipiente transparente contendo um líquido viscoso e três vezes mais denso que a água. A esfera se mantém submersa. A figura ilustra o experimento.

4- A pressão exercida sobre a esfera pelo líquido, depende da pressão atmosférica e também:

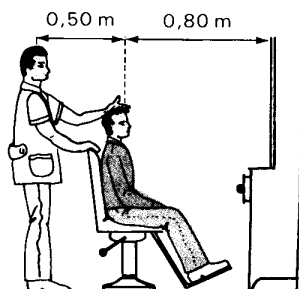
- (a) da temperatura do líquido e da temperatura da esfera.
- (b) da densidade da esfera, da densidade do líquido e tipo de metal.
- (c) do tipo de metal, da densidade da esfera e da temperatura do líquido.
- (d) da densidade do líquido, da gravidade da Terra e da profundidade em que a esfera se encontra.
- (e) do tipo de metal, da densidade da atmosfera e da gravidade da Terra.

5- O empuxo exercido pelo líquido sobre a esfera depende:

- (a) da densidade da esfera e da profundidade que ela se encontra.
- (b) do volume da esfera, da densidade do líquido e da gravidade da Terra.
- (c) da profundidade da esfera, da quantidade de líquido e da temperatura do líquido.
- (d) da quantidade de líquido, da temperatura da esfera e da gravidade da Terra.
- (e) do comprimento do fio de náilon e da aceleração da gravidade da Terra.

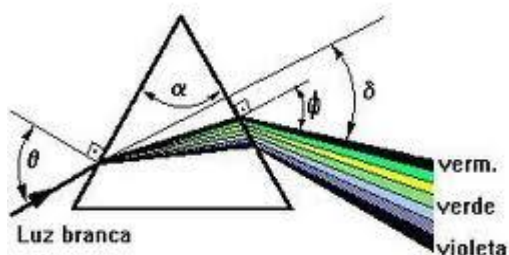
6- A esfera se mantém submersa porque:

- (a) a força de empuxo é menor que o peso da esfera.
- (b) o peso da esfera é maior que a força de empuxo.
- (c) a aceleração da gravidade é menor quando um objeto está submerso.
- (d) a força de empuxo só existe devido a temperatura do líquido.
- (e) ao ser submersa a esfera varia a sua temperatura, variando com isso a sua massa específica.



7- Sentado na cadeira da barbearia, um rapaz olha no espelho a imagem do barbeiro, em pé atrás dele. As dimensões relevantes são dadas na figura. A que distância (horizontal) dos olhos do rapaz fica a imagem do barbeiro?

- (a) 0,5 m (b) 1,3 m (c) 1,8 m (d) 2,0 m (e) 2,1 m



8- A figura representa o comportamento da luz quando atravessa um prisma homogêneo e transparente. Esse fenômeno ali indicado pode ser descrito como:

- (a) refração da luz.
 (b) reflexão da luz.
 (c) difração da luz.
 (d) propagação retilínea da luz.
 (e) propagação curvilínea da luz.

9- Um objeto real de 6 cm de altura é colocado perpendicularmente ao eixo principal de uma lente divergente de distância focal igual a 150 cm. Estando objeto a 300 cm do centro óptico da lente determine:

- a) a posição e o tamanho da imagem; _____
 b) o aumento linear transversal da imagem. _____

10- O raio LASER é uma luz artificial, que é uma sigla em inglês de: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, ou seja, a da luz por emissão estimulada de radiação, é uma luz pura e de uma única cor. Já a luz branca natural é definida como:

- (a) monocromática. (b) geocromática. (c) policromática. (d) refração. (e) reflexão.

---X---X---X---

Apêndice C – Avaliação de Conteúdo: Prova 2.

Prova 2 - Turma:

1- Uma esfera oca de alumínio tem 50 g de massa e volume de 50 cm^3 . O volume da região “vazia” é 30 cm^3 . Determine a densidade da esfera e a massa específica do alumínio, em g/cm^3 .

2- Um paralelepípedo homogêneo de massa 3000 kg tem 2,0 m de comprimento, 1,5 m de largura e 1,0 m de altura. Determine as possíveis pressões exercidas pelo paralelepípedo quando apoiado em uma superfície lisa e polida. Dado: $g = 10 \text{ m/s}^2$.



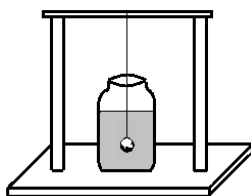
3- Três recipientes com alturas iguais a 0,5 m, mas com formatos diferentes, são totalmente preenchidos com um mesmo líquido de densidade 10^3 kg/m^3 , como indica a figura. A área do fundo dos recipientes é $0,4 \text{ m}^2$ para todos eles. Sendo a aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$ e a pressão atmosférica igual a 10^5 Pa , determine:



a) a pressão total exercida no fundo dos três recipientes; _____

b) a intensidade da força que atua no fundo dos três recipientes. _____

As questões 4, 5 e 6, referem-se a figura abaixo.



Um suporte apoia um fio de náilon que sustenta uma esfera metálica e homogênea. A esfera é colocada dentro de um recipiente transparente contendo um líquido viscoso e três vezes mais denso que a água. A esfera se mantém submersa. A figura ilustra o experimento.

4- A pressão exercida sobre a esfera pelo líquido, depende da pressão atmosférica e também:

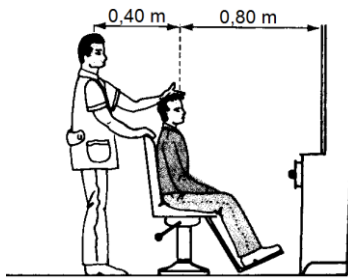
- (a) da temperatura do líquido e da temperatura da esfera.
- (b) da densidade da esfera, da densidade do líquido e tipo de metal.
- (c) do tipo de metal, da densidade da esfera e da temperatura do líquido.
- (d) do tipo de metal, da densidade da atmosfera e da gravidade da Terra.
- (e) da densidade do líquido, da gravidade da Terra e da profundidade em que a esfera se encontra.

5- O empuxo exercido pelo líquido sobre a esfera depende:

- (a) da densidade da esfera e da profundidade que ela se encontra.
- (b) da profundidade da esfera, da quantidade de líquido e da temperatura do líquido.
- (c) do volume da esfera, da densidade do líquido e da gravidade da Terra.
- (d) da quantidade de líquido, da temperatura da esfera e da gravidade da Terra.
- (e) do comprimento do fio de náilon e da aceleração da gravidade da Terra.

6- A esfera se mantém submersa porque:

- (a) o peso da esfera é maior que a força de empuxo.
- (b) a força de empuxo é menor que o peso da esfera.
- (c) a aceleração da gravidade é menor quando um objeto está submerso.
- (d) a força de empuxo só existe devido a temperatura do líquido.
- (e) ao ser submersa a esfera varia a sua temperatura, variando com isso a sua massa específica.

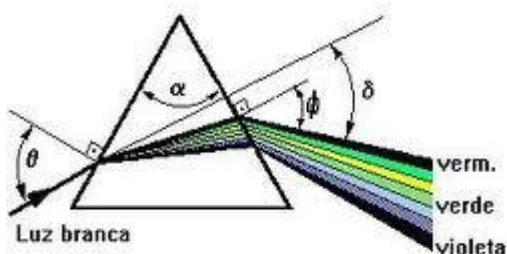


7- Sentado na cadeira da barbearia, um rapaz olha no espelho a imagem do barbeiro, em pé atrás dele. As dimensões relevantes são dadas na figura. A que distância (horizontal) dos olhos do rapaz fica a imagem do barbeiro?

- (a) 0,5 m (b) 1,3 m (c) 1,8 m (d) 2,0 m (e) 2,1 m

8- A figura representa o comportamento da luz quando atravessa um prisma homogêneo e

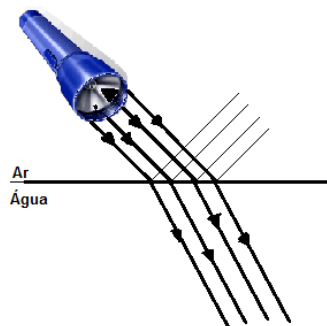
transparente. Esse fenômeno ali indicado pode ser descrito como:



- (a) absorção da luz.
 (b) reflexão da luz.
 (c) difração da luz.
 (d) aberração da luz.
 (e) propagação curvilínea da luz.

9- Uma lanterna produz um feixe de luz que se propaga no ar (índice de refração = 1) e atinge a superfície da água. Parte dessa luz sofre um fenômeno luminoso chamado _____, porém a maior parte da luz sofre outro tipo de fenômeno luminoso chamado _____. A melhor opção para o preenchimento das lacunas é, nessa ordem:

- (a) refração – difração.
 (b) refração – refração.
 (c) reflexão – reflexão.
 (d) difração – absorção.
 (e) reflexão – refração.



10- Um objeto real de 6 cm de altura é colocado perpendicularmente ao eixo principal de uma lente divergente de distância focal igual a 150 cm. Estando objeto a 300 cm do centro óptico da lente determine:

- a) a posição e o tamanho da imagem; _____
 b) o aumento linear transversal da imagem. _____

---X---X---X---

Apêndice D – Lista de Endereços na Internet sobre Experimentos de Física.



Secretaria do Mestrado em Ensino das Ciências

Sugestão de sítios na Internet contendo experimentos básicos de Física:
(Sítios acessados entre 18/08/2014 e 01/02/2015)

<https://www.youtube.com/user/ladifufri>

<http://educador.brasilecola.com/estrategias-ensino/fisica.htm>

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

<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica>

<http://www.youtube.com/user/iberethenorio>

<http://www.oocities.org/br/saladefisica10/index.html>

http://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod06/m_s06.html

<http://www.fisica-interessante.com/experimentos-de-fisica.html>

<http://fsicafascinante.blogspot.com.br/p/experimentos-de-fisica.html>

<http://www.cienciatube.com/2012/09/experimentos-de-fisica.html>

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

<http://www.tvcultura.com.br/x-tudo/arquivo/listadeexperiencias.htm>

<http://www.10emtudo.com.br/fisica.asp>

<http://nautilus.fis.uc.pt/gazeta/>

<http://educar.sc.usp.br/optica/>

<http://educar.sc.usp.br/fisica/fisica.html>

<http://www.tvcultura.com.br/x-tudo/>

Apêndice E – Questionário Aplicado Junto aos Docentes.

PPGEC- Mestrado em Ensino das Ciências

Prezado senhor professor(a), o questionário abaixo está relacionado com as aulas de Física ministradas por Vossa Senhoria. As respostas abaixo comporão base de dados estatísticos sem identificação ou vinculação a docentes e/ou estabelecimentos de ensino.

Por favor, responda às questões abaixo:

- 1- Há quanto tempo aproximadamente você atua na atividade docente? _____ anos.
- 2- Qual é a sua formação? Física Licenciatura. Física Bacharelado.
 Outros.
- 3- Você possui outros cursos? Não. Sim. Qual? _____.
- 4- Como foi a sua formação em Física? Ela preencheu as suas expectativas?
 Sim, foi muito boa. Minha formação foi regular.
 Não, a formação foi muito ruim. Não cursei Física.
- 5- Qual a importância das aulas práticas laboratoriais em sua formação acadêmica?
 Muito importantes. Medianamente importantes. Irrelevantes.
 Nunca as tive.
- 6- O seu curso de graduação, de alguma maneira, o incentivou ou valorizou o uso das atividades experimentais no ensino de Física? sim não
- 7- Em sua opinião, a utilização de aulas práticas é importante para o entendimento da Física? (
 Não. Sim.
- 8- Em sua opinião, qual a frequência ideal para a utilização das aulas práticas de Física?
 em todas as aulas. quase sempre. eventualmente. raramente.
 nunca.
- 9- Na escola em que você leciona existe laboratório onde as aulas práticas de Física são realizadas?
 Não. Sim.
- 10- Qual a verdadeira utilização desses laboratórios em aulas de Física?
 sempre utilizados. quase sempre. eventualmente. raramente.
 nunca.
- 11- Na sua prática cotidiana de sala de aula, você costuma fazer uso de atividades experimentais?
 sempre. quase sempre. eventualmente. raramente. nunca.
- 12- Em sua opinião você seria capaz de utilizar experimentos práticos no dia-a-dia em suas aulas de Física? sim, sempre. quase sempre.
 eventualmente. raramente. nunca.
- 13- O professor tem conhecimento da existência de experimentos de baixo custo que podem ser utilizados em sala de aula, em escolas desprovidas de laboratório?
 sim não

14- A utilização cotidiana desses experimentos em sala de aula seria problemática, em sua opinião? () sim. () não.

15- Você tem conhecimento da existência de sites na internet descrevendo experimentos e curiosidades que podem despertar o interesse dos discentes?

() sim () não

16- Você sente-se preparado para realizar atividades experimentais em sala de aula cotidianamente? () sim () não

17- Você se sente motivado a implementar atividades experimentais?

() sim () não

Desde já agradeço a sua valorosa colaboração. Muito Obrigado.

Apêndice F – Questionário Aplicado Junto aos Discentes.

Secretaria do Mestrado em Ensino das Ciências

PPGEC- Mestrado em Ensino das Ciências

Prezado aluno(a), o questionário abaixo está relacionado com as apresentações de experimentos simples e de baixo custo para a aprendizagem da Física em sala de aula. As respostas abaixo comporão base de dados estatísticos a serem utilizados em trabalho de mestrado em Ensino de Ciências.

Por favor, responda às questões abaixo:

1- Você participou do projeto acima citado? Sim. Não.

2- A proposta de utilizar experimentos de fácil apresentação e baixo custo gerou um efeito positivo na sua aprendizagem? Sim. Não. Não sei informar.

3- A apresentação de experimentos em sala de aula pode ser encarada como importante para o entendimento da Física? Sim. Não. Não sei informar.

4- O seu grupo realizou reunião/reuniões para elaboração do projeto?

Sim. Não. Não sei informar.

5- Ocorreram debates/discussões em seu grupo, no que se refere ao experimento apresentado?

Sim. Não. Não sei informar.

6- Encontraram literatura/informações/sites sobre o tema escolhido?

Sim. Não. Não sei informar.

7- As demonstrações/experimentos vistos por você ajudaram a entender melhor os conceitos Físicos?

Sim. Não. Não sei informar.

8- Você gostaria de, sempre que possível, ter aulas teóricas intercaladas com experimentos Físicos de baixo custo em sala de aula? Sim. Não. Não sei informar.

Desde já agradeço a sua valorosa colaboração. Muito Obrigado.

Apêndice G – Manual de Como Utilizar o Kit.

Pequeno Manual de Utilização do Kit de Materiais de Baixo Custo.

Senhor Professor,

O kit de materiais de baixo custo pode ser utilizado para executar uma ampla série de experimentos associados à Física, não devendo o professor se fixar apenas nas propostas deste pequeno manual. Muito pelo contrário, a ideia é a de que o professor agregue cada vez mais componentes a esse kit, anotando os experimentos bem sucedidos e os maus também, complementando cada vez mais este manual. Não podemos esquecer que a proposta original é a de não engessar o ensino, muito menos o professor, mas sim propiciar ferramentas que facilitem a utilização cotidiana de experimentos nas aulas de Física, quer seja no laboratório, seja na sala de aula.

A ideia é de que ao final do ano letivo o professor tenha executado um grande número de práticas com as suas turmas e tenha agregado ao kit vários materiais que poderão ser utilizados novamente nos anos posteriores.

Isto feito desejamos que o kit seja realmente importante para auxiliar e complementar o ensino da Física.

Muito Obrigado.

Apresentação do Kit.

A alguns anos surgiu a ideia de se montar um kit com materiais de baixo custo para facilitar a execução de experimentos em sala de aula, sem a necessidade de um laboratório específico. Tal kit foi idealizado para tornar a prática experimental um ato frequente, até mesmo em sala de aula, auxiliando o professor na execução dos experimentos e demonstrações da Física, objetivando o despertar da curiosidade e da vinculação entre a Física e o mundo cotidiano dos alunos.

Uma sugestão é de que ao realizar experimentos, o professor utilize os objetos do kit, e se necessário, acrescente, retire, adeque o kit as necessidades dos experimentos planejados. Anote a cada experimento realizado, os materiais utilizados, tendo como modelo os experimentos aqui definidos. Anote sempre, obtendo sucesso ou fracasso, pois também é importante passar aos alunos que algumas experiências podem ou não dar certo.

Finalmente entenda que a decisão e escolha tanto dos experimentos quanto dos materiais para a execução dos mesmos, são inerentes ao professor, de sua livre escolha e criatividade. Portanto, o kit ora apresentado é apenas um ponto de partida. Pois pertence ao professor a palavra final.



Figura 2- Composição do Kit de materiais de baixo custo.

Componentes do Kit:

- | | |
|---|--|
| 1- Espelho esférico. | 17- Hemisfério em plástico transparente. |
| 2- Recipiente plástico transparente. | 18- Prisma em plástico transparente. |
| 3- Espelhos planos. | 19- Tesoura. |
| 4- Réguas de plástico. | 20- Cortador de unhas. |
| 5- Canetas marca CDs. | 21- Molas diversas. |
| 6- Lupas. | 22- Imãs diversos. |
| 7- Bolas diversas (gude, borracha, tênis, ...). | 23- Transferidor de plástico. |
| 8- Barbante resistente. | |
| 9- Fio rígido em forma de “esse”. | |
| 10- Cilindros metálicos adaptados. | |
| 11- Elásticos. | |
| 12- Bexigas de borracha. | |
| 13- Diapasão de sopro. | |
| 14- Linha de pesca fina (0,20 mm). | |
| 15- Pointers LASER (de cores distintas). | |
| 16- Dinamômetro tipo “Balança de peixeiro”. | |

Modelo de Folha de experimento

Data: ___ / ___ / ___ Turma: _____ Turno: _____ 1º Ano 2º Ano 3º Ano

Experimento nº		Título:	
----------------	--	---------	--

Definição: _____

Materiais do kit:

Nº do Material	Descrição do material

Procedimento: _____

Tese: _____

Obs: _____

Exemplo de Experimento

Data: 24 / 2 / 15 Turma: 2002 Turno: 3º 1º Ano 2º Ano 3º Ano

Experimento nº	<u>06</u>	Título:	<u>A fibra óptica - Exemplo de Reflexão total</u>
----------------	-----------	---------	---

Questionamento: O que é uma fibra óptica? O que é a Reflexão Total? É possível fazer com que a luz faça curvas?

Materiais do kit:

Nº do Material	Descrição do material
<u>15</u>	<u>Laser.</u>
	<u>Garrafa Pet transparente.</u>
	<u>Um balde ou recipiente para recolher a água extravasada.</u>
	<u>Um lápis.</u>

Procedimento: Faz-se um furo numa garrafa Pet transparente. Coloca-se o lápis, de modo a vedar o furo. Enche-se a garrafa com água. Tampe a garrafa. Disponha numa superfície onde será possível recolher a água extravasada. Retire a tampa e faça o feixe de laser atravessar a garrafa na altura do orifício.

Tese: A luz do laser irá sofrer reflexões totais no interior do fluxo de água, acompanhando a curvatura da mesma.

Obs: Para ambientes muito iluminados é possível tornar mais visível o processo adicionando-se 2 gotas de leite para cada litro de água.

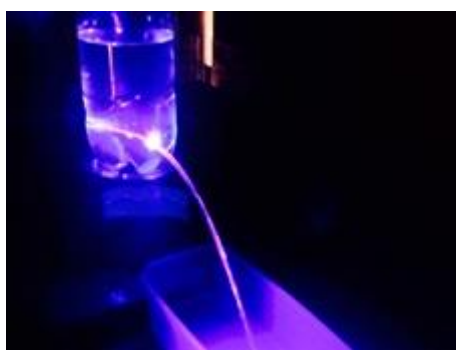


Figura 3 – Experimento de Reflexão Total com garrafa pet.

Apêndice H – A técnica dos “três passos”.

A técnica ora proposta, consiste na utilização, pelo docente, durante a explicação de um fenômeno ou conceito Físico, de três condutas em sequência, que acarretarão uma diferenciação no ato de ensinar e sobretudo, uma forma prazerosa de se aprender.

A tal técnica dos “três passos” consiste simplesmente em:

1º passo: mostrar/realizar o fenômeno na prática utilizando a ajuda do kit.

- O simples fato de se mostrar o experimento, deverá gerar no aluno o sentimento de curiosidade. Estes buscarão em seus conceitos, as respostas para tal fenômeno ter ocorrido ou não.

2º passo: propor um debate discutindo quais as causas e efeitos de tal fenômeno.

- A proposta aqui é a de integrar e disseminar a discussão de um fenômeno físico, antes de se tratar da teoria aceita. Discutir, medir, errar e ponderar são fundamentais nesse processo.

3º passo: abordar e discorrer sobre as teorias e leis Físicas presentes no fenômeno.

- Assim, tendo sido percorridos os outros dois passos, este deverá ser o ato derradeiro, explicativo e capaz de dirimir as dúvidas restantes rumo ao entendimento do conceito estudado.

Apêndice I – Alguns Experimentos Feitos Pelos Alunos.



Figura 4- A Luz faz curva.



Figura 5- Simples motor elétrico.



Figura 6- A pressão hidrostática.



Figura 7- Centro de gravidade.



Figura 8- A refração da luz.

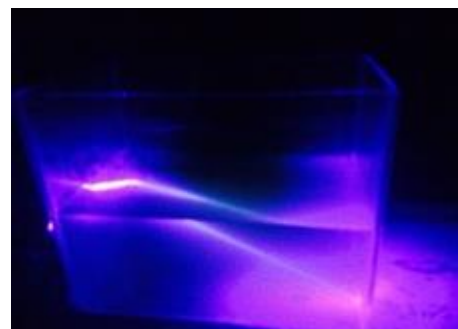


Figura 9- A reflexão total.



Figura 10- A difração da luz.

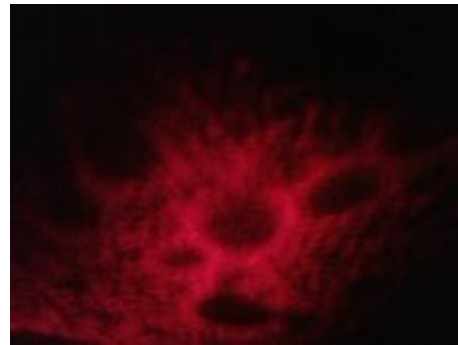


Figura 11- Microscópio de seringa.



Figura 12- Túnel de Luz.

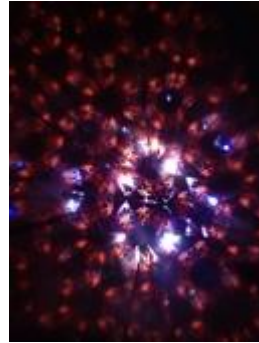


Figura 13- Caleidoscópico.



Figura 14- Disco de Newton.



Figura 15- Disco de Newton.

Apêndice J – Distribuição t de Student.

Distribuição t de Student												
gl/q	Área contida nas duas caudas laterais (bicaudal) da distribuição t de Student											
	0,990	0,980	0,975	0,950	0,900	0,800	0,200	0,100	0,050	0,025	0,020	0,010
	Área contida na cauda superior ou inferior (unicaudal) da distribuição t de Student											
	0,995	0,990	0,9875	0,975	0,950	0,900	0,100	0,050	0,025	0,0125	0,010	0,005
1	0,016	0,031	0,039	0,079	0,158	0,325	3,078	6,314	12,706	25,452	31,821	63,657
2	0,014	0,028	0,035	0,071	0,142	0,289	1,886	2,920	4,303	6,205	6,965	9,925
3	0,014	0,027	0,034	0,068	0,137	0,277	1,638	2,353	3,182	4,177	4,541	5,841
4	0,013	0,027	0,033	0,067	0,134	0,271	1,533	2,132	2,776	3,495	3,747	4,604
5	0,013	0,026	0,033	0,066	0,132	0,267	1,476	2,015	2,571	3,163	3,365	4,032
6	0,013	0,026	0,033	0,065	0,131	0,265	1,440	1,943	2,447	2,969	3,143	3,707
7	0,013	0,026	0,032	0,065	0,130	0,263	1,415	1,895	2,365	2,841	2,998	3,499
8	0,013	0,026	0,032	0,065	0,130	0,262	1,397	1,860	2,306	2,752	2,896	3,355
9	0,013	0,026	0,032	0,064	0,129	0,261	1,383	1,833	2,262	2,685	2,821	3,250
10	0,013	0,026	0,032	0,064	0,129	0,260	1,372	1,812	2,228	2,634	2,764	3,169
11	0,013	0,026	0,032	0,064	0,129	0,260	1,363	1,796	2,201	2,593	2,718	3,106
12	0,013	0,026	0,032	0,064	0,128	0,259	1,356	1,782	2,179	2,560	2,681	3,055
13	0,013	0,026	0,032	0,064	0,128	0,259	1,350	1,771	2,160	2,533	2,650	3,012
14	0,013	0,026	0,032	0,064	0,128	0,258	1,345	1,761	2,145	2,510	2,624	2,977
15	0,013	0,025	0,032	0,064	0,128	0,258	1,341	1,753	2,131	2,490	2,602	2,947
16	0,013	0,025	0,032	0,064	0,128	0,258	1,337	1,746	2,120	2,473	2,583	2,921
17	0,013	0,025	0,032	0,064	0,128	0,257	1,333	1,740	2,110	2,458	2,567	2,898
18	0,013	0,025	0,032	0,064	0,127	0,257	1,330	1,734	2,101	2,445	2,552	2,878
19	0,013	0,025	0,032	0,064	0,127	0,257	1,328	1,729	2,093	2,433	2,539	2,861
20	0,013	0,025	0,032	0,063	0,127	0,257	1,325	1,725	2,086	2,423	2,528	2,845
21	0,013	0,025	0,032	0,063	0,127	0,257	1,323	1,721	2,080	2,414	2,518	2,831
22	0,013	0,025	0,032	0,063	0,127	0,256	1,321	1,717	2,074	2,405	2,508	2,819
23	0,013	0,025	0,032	0,063	0,127	0,256	1,319	1,714	2,069	2,398	2,500	2,807
24	0,013	0,025	0,032	0,063	0,127	0,256	1,318	1,711	2,064	2,391	2,492	2,797
25	0,013	0,025	0,032	0,063	0,127	0,256	1,316	1,708	2,060	2,385	2,485	2,787
26	0,013	0,025	0,032	0,063	0,127	0,256	1,315	1,706	2,056	2,379	2,479	2,779
27	0,013	0,025	0,032	0,063	0,127	0,256	1,314	1,703	2,052	2,373	2,473	2,771
28	0,013	0,025	0,032	0,063	0,127	0,256	1,313	1,701	2,048	2,368	2,467	2,763
29	0,013	0,025	0,032	0,063	0,127	0,256	1,311	1,699	2,045	2,364	2,462	2,756
30	0,013	0,025	0,032	0,063	0,127	0,256	1,310	1,697	2,042	2,360	2,457	2,750
31	0,013	0,025	0,032	0,063	0,127	0,256	1,309	1,696	2,040	2,356	2,453	2,744
32	0,013	0,025	0,032	0,063	0,127	0,255	1,309	1,694	2,037	2,352	2,449	2,738
33	0,013	0,025	0,032	0,063	0,127	0,255	1,308	1,692	2,035	2,348	2,445	2,733
34	0,013	0,025	0,032	0,063	0,127	0,255	1,307	1,691	2,032	2,345	2,441	2,728
35	0,013	0,025	0,032	0,063	0,127	0,255	1,306	1,690	2,030	2,342	2,438	2,724
36	0,013	0,025	0,032	0,063	0,127	0,255	1,306	1,688	2,028	2,339	2,434	2,719
37	0,013	0,025	0,032	0,063	0,127	0,255	1,305	1,687	2,026	2,336	2,431	2,715
38	0,013	0,025	0,032	0,063	0,127	0,255	1,304	1,686	2,024	2,334	2,429	2,712
39	0,013	0,025	0,032	0,063	0,126	0,255	1,304	1,685	2,023	2,331	2,426	2,708
40	0,013	0,025	0,032	0,063	0,126	0,255	1,303	1,684	2,021	2,329	2,423	2,704
50	0,013	0,025	0,031	0,063	0,126	0,255	1,299	1,676	2,009	2,311	2,403	2,678
60	0,013	0,025	0,031	0,063	0,126	0,254	1,296	1,671	2,000	2,299	2,390	2,660
70	0,013	0,025	0,031	0,063	0,126	0,254	1,294	1,667	1,994	2,291	2,381	2,648
80	0,013	0,025	0,031	0,063	0,126	0,254	1,292	1,664	1,990	2,284	2,374	2,639
90	0,013	0,025	0,031	0,063	0,126	0,254	1,291	1,662	1,987	2,280	2,368	2,632
100	0,013	0,025	0,031	0,063	0,126	0,254	1,290	1,660	1,984	2,276	2,364	2,626
120	0,013	0,025	0,031	0,063	0,126	0,254	1,289	1,658	1,980	2,270	2,358	2,617
###	0,013	0,025	0,031	0,063	0,126	0,253	1,282	1,645	1,960	2,241	2,326	2,576

As linhas indicam o número de graus de liberdade (gl) da distribuição t de Student e as colunas indicam a soma das áreas contidas nas caudas (bicaudal). Por exemplo, a linha com 16 gl e coluna 0,10 cujo valor tabelado é 1,746 indica que o valor 1,746 deixa 10% de probabilidade nas duas caudas quando há 16 gl. Ou seja, dada a probabilidade bicaudal eu descubro o valor t correspondente.

Fonte: Microsoft Excel 2007, fórmula INVT.

Figura 16 - Distribuição t de Student.