



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE

UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO

**O USO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NO ENSINO-APRENDIZAGEM
DE FÍSICA**

Danillo Torres Nazário de Brito

Orientador: Prof. Dr. Joseclécio Dutra Dantas

CUITÉ - PB

2014

Danillo Torres Nazário de Brito



**O USO DE EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NO ENSINO-APRENDIZAGEM
DE FÍSICA**

Trabalho de conclusão do curso de Licenciatura em Física, apresentado a Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Unidade Acadêmica de Educação, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Graduado em Licenciatura em Física.

Orientador: Prof. Dr. Joseclécio Dutra Dantas

CUITÉ - PB

2014



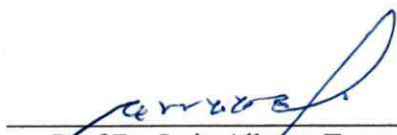
B862u Danillo Torres Nazário de Brito.
O uso de experimentos de baixo custo no ensino -
aprendizagem de física. / Danillo Torres Nazário de Brito.
- Cuité: [s. n.], 2014.
130p. : il. fig. graf. color.

Orientador Prof. Dr. Joseclécio Dutra Dantas.
Monografia do Curso de Licenciatura em Física.

1. Ensino - Aprendizagem. 2. Experimentos de baixo
custo. 3. Física. I. Dantas, Joseclécio Dutra. II.
Universidade Federal de Campina Grande. III. Centro de
Educação e Saúde. IV. Título

CDU 37.02:53

Esta Monografia foi julgada adequada como **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO** em Física - Habilitação em Licenciatura, e aprovada em sua forma final pela banca examinadora designada.




Prof. Dr. Luiz Alberto Terrazos Javier
Professor da disciplina

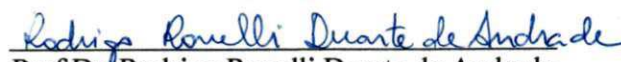
Banca Examinadora



Prof. Dr. Joseclécio Dutra Dantas
Orientador



Prof. Dr. Fábio Ferreira de Medeiros
Comissão examinadora



Prof. Dr. Rodrigo Ronelli Duarte de Andrade
Comissão examinadora

**Dedico este trabalho à minha família, professores e
amigos pelo o apoio durante todo o curso.**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar força nos momentos mais difíceis. Aos meus pais, *Damião Nazário de Brito e Damiana Torres Nazário* por toda dedicação e esforço nesta caminhada. Ao meu irmão, *Dellyson Torres Nazário de Brito*, assim, como a toda minha família e amigos.

Ao meu orientador, *Prof. Dr. Joseclécio Dutra Dantas* pela dedicação e disponibilidade para a realização deste trabalho. Agradeço ao coordenador do curso *Prof. Dr. Fábio Ferreira de Medeiros* pelo incentivo moral e pela paciência com nós discentes graduandos. Agradeço a todos os professores do curso que tiveram grande importância no caminhar desta jornada. Também deixo um agradecimento especial ao *Prof. Dr. Rodrigo Ronelli Duarte de Andrade* por sua contribuição durante todo o curso.

Aos professores de Física da Escola Estadual de Ensino Médio Orlando Venâncio dos Santos, *Jabes da Silva Costa e José Jarbas F. de Almeida*. Agradeço a todos os colegas de classe, assim como aos colegas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação a Docência (PIBID), através do qual foi possível desenvolver este trabalho. A Capes por financiar projetos desta natureza, possibilitando o melhor aproveitamento dos cursos nas universidades públicas.

Por fim, agradeço a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), por dar a oportunidade de se obter uma formação acadêmica de qualidade.

**“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende
o que ensina”.**

Cora Coralina

BRITO, Danilo Torres Nazário. O uso de Experimentos de Baixo Custo no Ensino-Aprendizagem de Física. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Licenciatura em Física. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, Unidade Acadêmica de Educação. Cuité, 2014.

RESUMO

O trabalho apresentado consiste em uma pesquisa que objetiva mostrar que os experimentos produzidos a partir de materiais de baixo custo auxiliam os estudantes no melhor entendimento das teorias físicas, fazendo a análise dos questionários elaborados a partir dos experimentos aplicados em sala de aula. Contamos como cunho teórico, o uso dos documentos educacionais como os PCN e a LDB, assim, como trabalhos realizados por autores que atuam na área do ensino-aprendizagem. Através da análise de conteúdo que comparava as respostas dos alunos dadas nos questionários aplicados, foi constatado que o uso de experimentos de baixo custo demonstra-se bastante eficaz no processo de ensino-aprendizagem dos alunos, dando incentivos para que eles tenham uma melhor relação com os conceitos físicos.

Palavras-chave: ensino-aprendizagem, experimentos de baixo custo, física.

BRITO, Danilo Torres Nazário. The use of Low Cost Experiments in the Teaching-Learning of Physics. Completion of course Working. Degree course in Physics. Federal University of Campina Grande, Center for Education and Health, Academic Unit of Education. Cuité, 2014.

ABSTRACT

The work presented consists in a survey that aims to show that the experiments made from cost materials assist students in better understanding of physical theories, doing the analysis of the questionnaires drawn up from the experiments applied to in class. We rely on the theoretical nature, the use the educational documents like the PCN and to LDB, so, as works produced by authors that act in the area of teaching and learning. Through the content analysis which compared students' answers given in the questionnaires administered, it was found that the use of low cost experiments demonstrates to be very effective on the process of teaching-learning of students, provide incentives for them to have a better relationship with physical concepts.

Keywords: teaching-learning, low cost experiments, physical.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
1. O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL E AS NOVAS DIRETRIZES.....	13
1.1 Cenário Educacional Brasileiro na Década de 1990.....	13
1.2 Uma abordagem da LDB 5º edição.....	15
1.3 Uma abordagem dos PCN - Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias - Parte III.....	17
1.4 Uma abordagem dos PCN+ Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.....	20
1.5 Outros Documentos.....	28
1.5.1 Diretrizes Curriculares Nacionais - Educação Básica.....	28
1.5.2 Orientações Curriculares para o Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias - Volume 2.....	30
1.5.3 Orientações Curriculares do Ensino Médio.....	32
2. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA.....	36
2.1 Aprendizagem Significativa.....	36
2.2 Laboratório Estruturado e Não Estruturado.....	38
2.3 O Modelo de Gallagher e o Laboratório Estruturado.....	41
2.4 A Teoria de Bruner e o Laboratório não Estruturado.....	41
3. METODOLOGIA.....	43
3.1 Análise de Conteúdo.....	43

3.2 Pré-análise.....	46
3.3 Exploração do Material.....	47
3.4 Tratamento dos Resultados.....	49
3.5 Metodologia Utilizada.....	49
4. RESULTADOS E ANÁLISES.....	51
4.1 Finalidades das Categorias.....	51
4.2 Categorias para a Análise.....	51
4.3 Análises dos Questionários.....	53
4.3.1 Análises dos Questionários.....	57
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
REFERÊNCIAS.....	68
APÊNDICES.....	71

INTRODUÇÃO

No século XX, a educação se tornou um tema que atrai vários olhares. Há uma maior preocupação com o seu desenvolvimento principalmente na área das ciências exatas, segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM, 1999). O nosso trabalho trata do seguinte tema: a utilização de experimentos de baixo custo no processo de ensino-aprendizagem de Física. Já que esta é uma das disciplinas de menos interesse por parte dos estudantes de uma forma geral em todo o nosso país, baseado no que relata os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 2002). O trabalho foi desenvolvido na Escola Estadual de Ensino Médio Orlando Venâncio dos Santos, da cidade de Cuité, localizada no Curimataú Paraibano.

Tendo em vista os relatos de alguns professores e educadores, entre as disciplinas, a disciplina de Física é uma das menos atrativas para os alunos, dificultando sua ministração e seu processo de ensino-aprendizagem. Por este motivo a importância desse trabalho se reflete na necessidade de mostrar que os experimentos podem ajudar reverter este quadro, incentivando os professores e educadores a buscarem meios alternativos que despertem o interesse dos discentes pela disciplina de Física, deste modo podendo facilitar o processo de ensino-aprendizagem. Isto nos leva à seguinte pergunta: Os experimentos de baixo custo podem auxiliar na melhor compreensão dos conceitos físicos?

O objetivo geral do trabalho é mostrar que os experimentos produzidos a partir de materiais de baixo custo auxiliam os discentes no melhor entendimento das teorias físicas vistas em sala de aula. Também objetivamos promover a contextualização dos conteúdos físicos com o cotidiano dos educandos; construir experimentos com materiais de fácil acesso e tornar as aulas de Física mais atrativas para os estudantes.

O nosso trabalho foi elaborado na forma de um estudo descritivo. Utilizamos como instrumento de coleta de dados questionários elaborados a partir de experimentos de baixo custo. Para o embasamento teórico, auxiliamo-nos de autores com nomes significativos na área do ensino-aprendizagem, como David Paul Ausubel, Berta Weil Ferreira, Marco Antônio Moreira, entre outros. Também utilizamos documentos educacionais, tais como, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), a Lei de Diretrizes e Bases (LDB). Apresentamos os tipos de aprendizagens e de laboratórios aplicados no ensino, fazendo uma explanação do que é a aprendizagem significativa, aprendizagem mecânica, aprendizagem receptiva e por descoberta, além de abordar o conceito definido por Ausubel como subsunção.

No primeiro capítulo falamos sobre o cenário educacional brasileiro na década da elaboração dos documentos educacionais, assim como fazemos uma abordagem de tais documentos. No segundo capítulo explanamos os tipos de laboratórios com seus modelos e teorias, como também enfatizamos a aprendizagem significativa. O terceiro capítulo trata da metodologia, abordando os conceitos de análise de conteúdo, pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. No quarto capítulo desenvolvemos as análises dos questionários aplicados aos alunos, apresentando as categorias escolhidas para a análise e suas finalidades. Por fim, apresentamos as considerações finais.

1. O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL E AS NOVAS DIRETRIZES

Neste primeiro momento do nosso trabalho explanaremos o cenário educacional brasileiro na década da elaboração de alguns documentos educacionais, enfatizando as relações sociais daquele período. Também abordaremos documentos como LDB, Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) entre outros que tratam a educação como base para um desenvolvimento pleno do educando, apresentando os motivos que relevaram a criação de tais documentos e seus objetivos, e destacando as dificuldades e propostas de soluções que visam à melhoria do processo de ensino-aprendizagem da educação brasileira.

1.1 Cenário Educacional Brasileiro na Década de 1990:

Apresentamos inicialmente um breve relato do cenário educacional brasileiro na década de 1990, momento este em que ocorreram os arranjos educacionais e o advento das Leis de Diretrizes e Bases (LDB), o que resultou na construção dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Antes devemos retroceder à década de 1980, pois é essencial para compreendermos os fatores decisivos para elaboração do documento organizado pelo Ministério da Educação intitulado “Parâmetros Curriculares Nacionais” além de enfatizar as relações sociais daquela época.

Naquele momento a economia mundial encontrava-se em crise. Desta forma, os organismos internacionais (Unesco, Unicef, Banco Mundial, etc.) almejaram o desenvolvimento econômico, o que exigia da educação novas abordagens e objetivos. Devido a esta realidade econômica, os organismos internacionais sugerem que seus financiamentos sejam aplicados aos setores sociais, “com a intenção de diminuir a pobreza nos países subdesenvolvidos e garantir a participação das camadas mais pobres nos benefícios do desenvolvimento” (FONSECA, 1995, p.169).

A democratização do ensino começa a proporcionar oportunidades de acesso à escola. As pessoas se encontram desamparadas economicamente. Em consequência, há um repensar das políticas educacionais. Com estes novos objetivos, há uma integração entre trabalho e educação de acordo com as necessidades do desenvolvimento econômico. No ano de 1990, o Brasil participa da “Conferência Mundial sobre Educação para Todos” que foi realizada em

Jomtien, Tailândia, de 5 a 9 de março de 1990, a qual foi solicitada pelo Banco Mundial, UNICEF, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) entre outros. Tem início um projeto de educação de abrangência mundial, passando a desenvolver novas diretrizes políticas nas quais inclui acabar com o analfabetismo até o final do século.

Nesta conferência foram apresentadas políticas definidas para as futuras décadas. O primeiro passo foi cobrar dos países dependentes quanto aos seus atrasos com relação ao desenvolvimento educacional. Diante do compromisso assinado com a proposta de “Educação para Todos”, o Brasil teria que adequar-se as regras estabelecidas pelo Banco Mundial e o Fundo Monetário Internacional (FMI), integrando a política do capital financeiro e passando a atender as propostas dos organismos financiadores, buscando a elaboração de suas propostas curriculares. Dessa forma, a educação torna-se elemento fundamental na formação do trabalhador necessário para a sociedade. Ainda no ano 1990, a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) publicou o documento intitulado *Transformación productiva con equidad*, que dava ênfase à necessidade de elaboração das mudanças educacionais no que se refere ao conhecimento e habilidades específicas. Era importante promover uma ampla reforma na educação para a capacitação profissional e o emprego da produção científica (FRIGOTTO; CIAVATTA, 2003).

As cobranças dos organismos internacionais apresentadas como propostas para reformas no âmbito educacional é uma tentativa de adequar a escola às novas necessidades do mercado mundial. Almejando alcançar o desenvolvimento desejado, em 1994, a equipe do Ministério da Educação e Cultura (MEC) convocou estudiosos internacionais para ajudarem na elaboração da versão preliminar dos “Parâmetros”. Com o desenvolvimento das atividades continuava a discussão do Projeto de Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) com o compromisso de uma educação que apresente resultados mais satisfatórios. Quando ocorreu a promulgação da LDB 4024/61, nas escolas brasileiras o ensino que predominava era o ensino tradicional, apesar de incentivos para a reestruturação da educação estivessem sendo implantados. As sugestões para o ensino de ciências discutidas para a formação da lei orientavam-se pelo dever do currículo escolar atender ao progresso do conhecimento científico e das novas concepções educacionais, dando maior importância à participação ativa do educando no processo de aprendizagem. Durante este período também é aprovado o “Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA)”, e o “Fundo de manutenção e Desenvolvimento de Ensino Fundamental e Valorização do Magistério (FUNDEF)”.

Desde a década de 70, pensava-se em uma democratização do conhecimento científico, caracterizando-se a importância da vida científica não só para hipotéticos cientistas, mas também para o cidadão comum. Na década de 1990, a crise nacional chega ao seu auge com o *impeachment* do presidente Fernando Collor de Mello. O então vice-presidente Itamar Franco assumiu o cargo de presidente, com uma postura diferente de seu antecessor, desacelerando o ritmo das privatizações. No período de 1995-1998, foi eleito como Presidente da República Fernando Henrique Cardoso, que passa a defender a democracia e uma sociedade incluída no mundo globalizado. De acordo com Arelaro (2000), a educação também sofreu mudanças rígidas, a direção da educação foi decidida por Medidas Provisórias e o caráter democrático começa a perder seu valor.

A escola passa a ser responsável pelos resultados requisitados sobre a educação e os PCN, passam a ser um modelo educacional a ser seguido para que a escola concretize o que estabelece a Lei de Diretrizes e Bases Nacionais (LDBN). O processo de elaboração dos PCNs, segundo Brasil (1997), partiu dos estudos de propostas curriculares de Estados e Municípios brasileiros, através de uma análise dos currículos e das informações descritas por outros países, realizadas pela Fundação Carlos Chagas, contando com estatísticas do desempenho dos discentes do ensino fundamental e conhecimentos adquiridos em sala de aula. Podemos ainda dizer que as políticas educacionais na década de 1990 tentam satisfazer as regras de mercado, sustentando os ideais capitalistas.

O documento organizado para dar alicerce às escolas e aos professores teve como justificativa apresentada pelo MEC, segundo Bernardes (1997) “tornar o ensino mais próximo do cotidiano do aluno e estimular a criação de uma ‘escola cidadã’.” Apontado os objetivos e intenções dos documentos elaborados, os mesmos passam a ser expostos pelo Ministério da Educação à população brasileira como “guia” dos professores na preparação da Proposta Pedagógica das escolas.

1.2 Uma abordagem da LDB 5ª edição

A Lei Nº 9.394, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) foi promulgada em 20 de dezembro de 1996 e tem a aprendizagem como o objetivo a ser atingido. Desde então esta lei passa a reformular todo o sistema educacional brasileiro.

Com o passar do tempo a LDB está sendo constantemente atualizada. Como exemplo de atualização pode-se citar o acréscimo de mais um ano para a conclusão do Ensino Fundamental totalizando nove anos com matrícula obrigatória aos seis anos de idade.

A primeira Lei de Diretrizes e Bases nº 4.024/61, foi sancionada em 20 de dezembro de 1961 no governo do presidente João Goulart. Passando a ser modificada por emendas e artigos, sendo reformada pela lei nº 5.540/68 no governo do presidente Artur da Costa e Silva e pela lei nº 5.692/71 no governo do presidente Emílio Garrastazu Médici, em seguida, sendo substituída pela LDB 9.394/96 no governo do presidente Fernando Henrique Cardoso. A partir daí a LDB 9.394/96 vem recebendo novas edições como a 2ª edição em 2001; 3ª edição em 2006; 4ª edição em 2007; 5ª edição em 2010; 6ª edição em 2011; 7ª edição em 2012; 8ª edição em 2013. Nesta abordagem iremos discutir a LDB 5ª edição de 2010.

No Art. 1º da LDB (2010, p.7) parágrafo § 2º, diz que “A educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social.” Esse entendimento tem um reforço no Art. 2º da mesma lei, que trata a educação como base para um desenvolvimento pleno do educando que o prepara para exercer a cidadania e o qualifica para uma futura carreira profissional. Assim, a educação tanto atua na vida escolar como na vida profissional do educando, fazendo com que o estudante tenha uma ligação maior com os conteúdos aprendidos na escola.

A educação básica passa a ser vista como responsável pelo desenvolvimento da cidadania, da carreira profissional e do desenvolvimento escolar, o que fica bem explícito no Art. 22º LDB (2010, p.20):

“A educação básica tem por finalidades desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores.”

Sendo agora o Ensino Médio a etapa final da educação básica podemos citar do Art. 35º da LDB as seguintes finalidades para o Ensino Médio:

II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina. (2010, p.28).

Como podemos ver, o Ensino Médio começa a preocupar-se mais em preparar o aluno para a vida e não só para o ensino superior ou uma carreira profissional, tornando-o um cidadão mais ativo e capacitado para a aprendizagem permanente. O que está de acordo com o Art. 1º da LDB (2010, p.7) inciso § 2º.

1.3 Uma abordagem dos PCN - Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias - Parte III

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) surgiram como uma proposta para desenvolver as competências que aparecem na Base Nacional Comum, tanto para a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias como para outras áreas, pretendendo apresentar as habilidades básicas e as competências específicas que se espera neste nível escolar.

Esta proposta teve embasamento na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB/96), visando promover também uma aprendizagem útil à vida e ao trabalho, fazendo uma discussão sobre o processo de ensino-aprendizagem, assim como abordando os enfoques, a metodologia, as estratégias e os procedimentos educacionais para o ensino.

No que diz respeito ao *sentido do aprendizado na área*, no Ensino Médio onde o aprendiz possui maior assimilação, os objetivos educacionais são voltados para uma formação mais profunda, exigindo mais dos estudantes em relação às habilidades, competências e valores desenvolvidos.

De acordo com os PCNEM:

Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo. (2002, p.6).

Pretendendo promover competências e habilidades, passa-se a ter a área das exatas como sendo de Ciências, Matemática e suas Tecnologias, possibilitando assim intervenções e julgamentos práticos. Dessa forma, o aprendizado abordará tanto o conhecimento técnico como o conhecimento cultural, auxiliando na interpretação de fenômenos naturais, como na compreensão de procedimentos e equipamentos utilizados pelos educandos.

Em relação ao aprendizado dos estudantes e dos professores os PCNEM (2002, p.7) expressam que:

“O aprendizado dos alunos e dos professores e seu contínuo aperfeiçoamento devem ser construção coletiva, num espaço de diálogo propiciado pela escola, promovido pelo sistema escolar e com a participação da comunidade.”

O aprendizado deixa de ser visto como algo individual e passa a ser algo coletivo que leva em consideração a participação ativa de cada educando e o coletivo educacional. É importante que cada ciência como a Física, a Química, entre outras, tratem das dimensões tecnológicas correspondentes a elas, o que irá requerer uma atualização de conteúdos mais ativa, pois o ritmo de transformação das aplicações práticas é bem maior do que o da produção científica. Deve-se dar aos estudantes condições para ampliarem sua visão de mundo, tentando atualizá-la, levando-os à compreensão das técnicas e dos princípios científicos abordados. O aprendizado deve ter caráter multidisciplinar e interdisciplinar, ou seja, as propostas e trato dos conteúdos devem ser feitos numa compreensão global, vinculando as competências que serão trabalhadas em cada disciplina e no conjunto de disciplinas.

Em relação às competências e habilidades os PCNEM dizem:

[...] juntam-se as competências e habilidades de caráter mais específico, na categoria *investigação e compreensão* científica e tecnológica; aquelas que, de certa forma, se direcionam no sentido da *representação e comunicação* em Ciência e Tecnologia estão associadas à *Linguagem e Códigos*; finalmente, aquelas relacionadas com a *contextualização sociocultural e histórica* da ciência e da tecnologia se associam a *Ciências Humanas*. (2002, p.11).

O conjunto de competências relacionadas à *representação e comunicação* pretende desenvolver a capacidade da comunicação, enquanto o conjunto de competências relacionadas à *investigação e compreensão* almeja aumentar a capacidade de discutir os processos naturais e tecnológicos, observando regularidades, proporcionando interpretações e antecipando evoluções, além de ampliar o raciocínio e a aptidão de aprender. E o conjunto de competências relacionadas à *contextualização sociocultural* pretende abarcar e utilizar a ciência, como meio de interpretação e intervenção, e a tecnologia como informação ordenada de sentido prático.

A Física é apresentada pelos PCNEM como:

A Física é um conhecimento que permite elaborar modelos de evolução cósmica, investigar os mistérios do mundo submicroscópico, das partículas que compõem a

matéria, ao mesmo tempo em que permite desenvolver novas fontes de energia e criar novos materiais, produtos e tecnologias. (2002, p.22).

Objetiva-se que o ensino de Física no Ensino Médio atue para o desenvolvimento de uma cultura científica ativa, que permita ao discente a explanação dos fatos, fenômenos e processos naturais, estabelecendo a interação do ser cidadão com a natureza tornando-o parte da própria natureza em modificação. Levando também em consideração a compreensão do conjunto de ferramentas e métodos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano caseiro, social e profissional. O ensino da Física de uma maneira tradicional, geralmente, é realizado com a exibição de fórmulas e leis sem uma ligação aparente com o mundo vivencial, o que também pode torná-lo vazio de significado.

Os documentos educacionais defendem o ensino de uma Física onde o aprendiz perceba de imediato a ligação do aprendizado com o seu cotidiano. Para isso se faz necessário considerar o dia-a-dia dos discentes, suas experiências e interações. Deste modo apenas o conhecimento físico não é suficiente para a aplicação desse ensino, ele deve ser utilizado como ferramenta para a compreensão do mundo. Considerando as constantes transformações que nossa sociedade vive, promover a autonomia dos educandos deve ser o objetivo central, visando desenvolver competências que permitam a independência de atuação e aprendizagem futura. A Física deve fornecer um ensino que leve a compreensão de teorias que capacitem os estudantes para uma leitura de mundo flexível e apta a generalização. É indispensável trabalhar com modelos que representem diretamente os fenômenos que se quer explicar, dando ideias gerais sobre o universo (PCNEM, 2002).

A Física tem uma linguagem própria para a representação de seus conceitos. Conhecer esta linguagem e utilizá-la constituem competências que estão inseridas na representação e comunicação. Para dominar esta linguagem é necessário ser capaz de ler e traduzir uma forma de expressão em outra, através de um gráfico ou de uma expressão matemática, escolhendo a linguagem mais adequada a cada situação. Deste modo o aprendizado de Física deve promover a curiosidade por notícias científicas, capacitando o aprendiz para identificar o assunto tratado e interpretar seus significados (PCNEM, 2002).

Entre os desafios encontrados na transformação do aprendizado da Ciência e Tecnologia, no Ensino Médio, podemos citar a capacitação apropriada dos professores, a elaboração de materiais de ensino adequados e a transformação das ideias e da estrutura da escola, no que se refere ao aprendizado individual e coletivo. O uso da tecnologia no aprendizado acadêmico deve estabelecer-se como um instrumento da cidadania e do trabalho.

Os PCNEM relatam que:

O conhecimento prévio dos alunos, tema que tem mobilizado educadores, especialmente nas últimas duas décadas, é particularmente relevante para o aprendizado científico e matemático. Os alunos chegam à escola já trazendo conceitos próprios para as coisas que observam e modelos elaborados autonomamente para explicar sua realidade vivida, inclusive para os fatos de interesse científico. É importante levar em conta tais conhecimentos, no processo pedagógico, porque o efetivo diálogo pedagógico só se verifica quando há uma confrontação verdadeira de visões e opiniões; o aprendizado da ciência é um processo de transição da visão intuitiva, de senso comum ou de auto elaboração, pela visão de caráter científico construída pelo aluno, como produto do embate de visões. (2002, p.52).

A experimentação permite ao estudante diferentes formas de percepção do aprendizado científico, matemático e tecnológico, seja ela de demonstração, seja de observação. Ela proporciona ainda ao discente uma compreensão de dados significativos, os quais permitem examinar ou propor hipóteses explicativas. As aulas expositivas podem ser utilizadas como uma ferramenta do exercício da criatividade e do trabalho em grupo para elaboração do conhecimento promovendo o momento do diálogo. A iniciação do aprendizado deve começar com feições qualitativas para posteriormente serem abordados de forma quantitativa. Não é necessário que os educandos utilizem imediatamente valores para o entendimento dos conteúdos.

1.4 Uma abordagem dos PCN+Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias

Os Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) foram elaborados para debater a direção do aprendizado nos diferentes contextos e ambientes de trabalho das escolas. Considerando entre outros documentos a LDB e promovendo um diálogo direto com professores e educadores, visando cooperar para a inserção das reformas educacionais, podendo possibilitar o arranjo do trabalho na escola, estabelecendo temas estruturadores.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais + (2002, p.8):

“A ideia central expressa na nova Lei estabelece o ensino médio como etapa conclusiva da educação básica de toda a população estudantil – e não mais somente uma preparação para outra etapa escolar ou para o exercício profissional.”

Portanto, o Ensino Médio deveria libertar-se de um sistema exclusivamente preparatório para o ensino superior ou exclusivamente profissionalizante, para se tornar um

ensino voltado para a vida, para a cidadania e para o desenvolvimento da aprendizagem permanente, atuando nos futuros estudos ou no mercado de trabalho.

Nos PCN+ (2002) o Ensino Médio foi organizado em três áreas:

- Ciências da Natureza e Matemática
- Ciências Humanas
- Linguagens e Códigos

Logo, a associação e o sentido dos conhecimentos precisam ser assegurados durante o Ensino Médio. Esta formação para a vida está evidente nos PCN+:

- saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir;
- enfrentar problemas de diferentes naturezas;
- participar socialmente, de forma prática e solidária;
- ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e,
- especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado. (2002, p.9).

A formação com este nível necessita de processos de aprendizado no mesmo nível, que possam dar condições ativas para que os alunos sejam capazes de:

- comunicar-se e argumentar;
- defrontar-se com problemas, compreendê-los e enfrentá-los;
- participar de um convívio social que lhes dê oportunidades de se realizarem como cidadãos;
- fazer escolhas e proposições;
- tomar gosto pelo conhecimento, aprender a aprender. (PCN+, 2002, p.9)

A falta dessa forma de repensar o aprendizado, pode levar a escassez de ideias de como propiciar um aprendizado que forme um novo Ensino Médio, junto ao aprendiz e as qualificações humanas. Os objetivos dos novos estudantes que estão chegando às escolas é obter qualificação mais ampla para a vida e para uma carreira profissional, já durante o ensino básico. O que leva as escolas que inicialmente se caracterizavam como preparadoras para a educação superior em repensar seus projetos políticos pedagógicos. Fazer com que as escolas atendam aos objetivos dessa nova classe de discentes é superar grandes obstáculos, como a tradição disciplinar do Ensino Médio, de transmissão de informações sem contexto, de resolução de exercícios padrões, legados do ensino voltado inteiramente para o ingresso à educação superior.

Outro obstáculo é a perspectiva dos jovens de que:

[...] os agentes no processo educacional sejam os professores como transmissores de conhecimento, enquanto os estudantes permanecem como receptores passivos, [...] Tais expectativas equivocadas, somadas a um ensino descontextualizado, resultam em desinteresse e baixo desempenho. (PCN+, 2002, p.10).

Assim a escola deve estar atenta às expectativas que os educados almejam, a evolução de suas competências e habilidades próprias, as suas preferências culturais. É interessante observar que as escolas mais ricas e com equipamentos mais modernos nem sempre são as que constroem novos e produtivos paradigmas educacionais. As que desenvolvem esses aspectos são as escolas que apresentam entendimento entre professores, alunos e comunidade, sobre a realização cultural e social. O cotidiano do aprendiz e da escola é essencial para esse processo. Deve-se evitar a complicação em trabalhar com as disciplinas. O que incentiva essas propostas é a primeira intenção da educação básica, que encontramos no Art. 22º da LDB/96 – a “formação comum indispensável para o exercício da cidadania [...]”.

As escolas devem ser conscientes em:

- promover todos os seus alunos, e não selecionar alguns;
- emancipá-los para a participação, e não domesticá-los para a obediência;
- valorizá-los em suas diferenças individuais, e não nivelá-los por baixo ou pela média. (PCN+, 2002, p.12).

Almeja-se que os professores desenvolvam a formação contínua, dando-lhes mais ferramentas para realizar o seu trabalho, atingindo os objetivos do ensino. As modificações no processo de ensino apontam uma nova direção da escola e do professor. Essa visão remodelada de educação básica deve ser feita de uma forma interdisciplinar, promovendo competências.

O novo modelo de ensino deve estar prevenido para lidar com as contradições reais ou aparentes entre conhecimentos e competências, segundo os PCN+:

É preciso reconhecer o caráter disciplinar do conhecimento e, ao mesmo tempo, orientar e organizar o aprendizado, de forma que cada disciplina, na especificidade de seu ensino, possa desenvolver competências gerais. Há nisso uma contradição aparente, que é preciso discutir, pois específico e geral são adjetivos que se contrapõem, dando a impressão de que o ensino de cada disciplina não possa servir aos objetivos gerais da educação pretendida.

Em determinados aspectos, a superação dessa contradição se dá em termos de temas, [...], no entanto, nem todos os objetivos formativos podem ser traduzidos em temas. A forma mais direta e natural de se convocarem temáticas interdisciplinares é simplesmente examinar o objeto de estudo disciplinar em seu contexto real, não fora dele. (2002, p.14).

A competência que possibilita o contexto social e histórico de conteúdos científicos está entre as competências que não pertence exclusivamente nem às ciências, nem a uma única área. Essas competências e habilidades estão representadas em todas as disciplinas. Tenta-se relacionar as competências a um número de habilidades, de modo que esta relação não seja hierárquica. Trata-se de ver a habilidade como uma competência característica, ou

seja, uma só faz sentido quando está ligada a outra. Mas como as disciplinas estão organizadas em tópicos disciplinares e não em competências, devemos esquematizar uma estruturação do ensino que possibilite nas disciplinas o desenvolvimento dessas competências. Isso é a ideia que constrói os temas estruturadores que irão contextualizar os conhecimentos disciplinares. Procura-se desenvolver o saber físico como parte da formação humana, promovendo a consciência de uma responsabilidade social e ética, preocupando-se com a cidadania.

Devem-se firmar metas que envolvam cada uma das disciplinas de cada área, visando à evolução humana dos estudantes e professores. Com isso não se pretende descaracterizar as disciplinas, mas sim promover uma ação reunindo-as e trabalhando cada uma separadamente, objetivando o desenvolvimento de competências gerais. Apesar dos esforços dos professores para facilitar ou possibilitar esses desenvolvimentos, é essencial uma posição coletiva dos docentes e da sociedade, amparada pela escola, na orientação de um projeto pedagógico.

A primeira vista, é melhor realizar uma articulação entre disciplinas de mesma área, pois haverá a presença de identidades e proximidades. Com relação à implantação de um trabalho articulado em uma área, devem-se levar em consideração os pontos de contato reais entre cada disciplina da área. Partindo de tais pontos é necessário construir as pontes e o trânsito para o desenvolvimento do trabalho, o que nem sempre ligará todas as disciplinas de mesmo modo. Também se vê necessário à identificação das falsas semelhanças, a tradução das diferentes linguagens ou apontar linguagens iguais usadas para identificar conceitos diferentes. Tanto o significado cultural do aprendizado quanto o significado prático podem ganhar com a coordenação interdisciplinar dentro da área.

A definição de área em Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias facilita o aparecimento dos objetivos educacionais que arranjam o aprendizado em termos de competências. Tais competências são segundo os PCN+ (2002, p.8): *“representação e comunicação; investigação e compreensão; e contextualização sócio-cultural”*.

As competências que irão guiar o aprendizado no nível médio devem ser desenvolvidas por um conjunto de disciplinas das referentes áreas. Considerando as distinções das ciências, fazendo com que os aprendizados científicos se deem de forma convergente PCN+ (2002).

Os PCN+ nos dizem que:

A distinção entre modelo e realidade, entre interpretação e fenômeno, o domínio dos conceitos de interação e de função, de transformação e conservação, de evolução e identidade, de unidade e diversidade, de equivalência e complementaridade, não são prerrogativas desta ou daquela ciência, são instrumentos gerais, desenvolvidos em todo o aprendizado científico, que promovem, como atributo da cidadania, a competência geral de *investigação e compreensão*. (2002, p.25).

Para que se desenvolva um ensino de acordo com as competências gerais, é necessário que o professor esteja atento às linguagens comuns entre a sua disciplina e as disciplinas de sua área, possibilitando que o aluno perceba as associações necessárias a partir dos diversos conceitos e práticas de cada disciplina. A construção de instrumentos de investigação comuns às ciências é essencial para uma conexão entre as disciplinas da área, estimulando as competências gerais. Deve-se possibilitar aos estudantes reconhecer e dar opiniões sobre os problemas presentes na sociedade e no seu habitat, o que consiste como uma função da educação básica constituindo, assim, o aprendizado mais geral e abstrato.

Anteriormente, as escolas se preocupavam apenas com uma educação que apresentava conhecimentos padronizados, através de informações e procedimentos isolados PCN+ (2002); mas nos dias atuais há uma preocupação em alcançar competências mais gerais, que promovam conhecimentos disciplinares ou não. Estas competências dependem da compreensão de processos e do desenvolvimento de linguagens, formando um cidadão contemporâneo que atue diretamente na sociedade, mudando sua própria realidade.

Assim pensando nas disciplinas ensinadas como algo que não está pronto e acabado, sem espaço para uma reflexão que leve o aluno a fazer proposições dos conceitos que o permitam atuarem de uma maneira mais presente nas atividades desenvolvidas, tornando-o assim, um cidadão ativo e transformador, as escolas passam a mudar sua forma de pensar através de documentos auxiliares como os PCNs e a LDB. Segundo os PCN+:

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. (2002, p.59).

Nesse ponto de vista o ensino de Física passa a desapegar-se dos métodos que utilizam simples memorização de fórmulas ou repetição automática de técnicas, em situações não reais ou muito abstratas, passando a ter a ideia de que se deve investir em um ensino que tenha um significado, que apresente o sentido do aprendizado no momento do ensino. No entanto, diante da grande demanda de cobranças e mudanças, os professores se sentem perdidos, com a ausência de instrumentos necessários para realizar estas mudanças, PCN+ (2002).

Como tentativa de solução para esta dificuldade os PCN+ dizem que:

[...] será indispensável estabelecer espaços coletivos de discussão sobre os diferentes entendimentos e sobre as experiências vivenciadas a partir dessas novas propostas, incluindo-se possíveis interpretações, implicações, desdobramentos, assim como também recursos, estratégias e meios necessários a sua instauração e desenvolvimento. [...] Trata-se de trazer elementos que possam subsidiar os professores em suas escolhas e práticas, contribuindo assim para o processo de discussão. Para isso, buscou-se aprofundar e, sobretudo, concretizar melhor tanto habilidades e competências como conhecimentos, atitudes e valores que a escola deveria ter por meta promover no ensino médio. (2002, p.59).

Como a Física é muito abrangente, não é possível que ela seja apresentada em sua totalidade na escola média. Por isso sempre se deve escolher o que é mais relevante a ser ensinado. As escolhas desses conteúdos são feitas, visando os conhecimentos de Mecânica, Termologia, Ótica e Eletromagnetismo a serem abordados.

Segundo os PCN+ (2002), muitas vezes os critérios de seleção não levam em consideração uma formação mais ampla, limitando-se ao conhecimento e à estrutura da Física. Tentando mudar esta situação, as ações pedagógicas deixam de ter como critério principal 'o que ensinar de Física', passando a apresentar 'para que ensinar Física', preocupando-se em dar um significado aos conceitos no momento da aprendizagem, os PCN+ trazem:

Quando se toma como referência o 'para que' ensinar Física, supõe-se que se esteja preparando o jovem para ser capaz de lidar com situações reais, crises de energia, problemas ambientais, manuais de aparelhos, concepções de universo, exames médicos, notícias de jornal, e assim por diante. (2002, p.61).

Essas metas exigem que os jovens adquiram competências que os permitam enfrentar situações do seu dia-a-dia. Assim, a proposta é aplicar competências que os discentes possam vir a necessitar durante a escola média e posteriormente a ela. De acordo com os PCN+:

Muitas dessas competências são objetivos comuns a todas as etapas do aprendizado, embora em diferentes níveis, sendo construídas ao longo do desenvolvimento dos alunos. Outras, ao contrário, são específicas a fases mais avançadas desse desenvolvimento, correspondendo àquelas trabalhadas privilegiadamente no ensino médio. Por exemplo, observar, experimentar e investigar o mundo requerem competências desenvolvidas na área de Ciências desde os primeiros anos do ensino fundamental. (2002, p.62).

Assim, temos como foco a identificação das competências que desejamos desenvolver em Física, sendo o sujeito principal deste trabalho o professor, segundo os PCN+:

Caberá sempre ao professor, dentro das condições específicas nas quais desenvolve seu trabalho, em função do perfil de sua escola e do projeto pedagógico em andamento, selecionar, priorizar, redefinir e organizar os objetivos em torno dos quais faz mais sentido trabalhar. (2002, p.62).

Deste modo o ensino de Física deixa de ser uma disciplina de memorização de fórmulas em situações imaginárias ou abstratas, tornando-se cada vez mais contextualizada, tendo em vista atrair o interesse dos alunos desde o Ensino Médio. Mas isso faz com que muitos professores se sintam perdidos, com a falta de ferramentas necessárias para alcançar os novos objetivos, sem saberem direito o que fazer. O que podemos constatar através de Lacerda:

Hoje, a Educação passa por profundas transformações, tendo em vista as mudanças constantes que vêm ocorrendo no mundo. As novas tecnologias evoluem num ritmo cada vez mais acelerado, e o mundo científico também avança constantemente, com novas descobertas e estudos, apontando diferentes competências para atuar na sociedade e no campo educacional. Diante disso, os novos desafios vêm, instigando os profissionais da educação a buscarem novos saberes, conhecimentos, metodologias e estratégias de ensino. [...] As mudanças no contexto escolar e social requerem profissionais atualizados e competentes, que estejam preparados para atuar com diferentes problemas [...] (2009).

Assim, o grande desafio é promover meios para atender as expectativas que os novos alunos almejam atualmente das escolas.

As ações que se referem aos conhecimentos e aos temas de estudo são importantes para a formação de competências e habilidades. Quando estes temas associam os conhecimentos e as competências, eles tornam-se temas estruturadores.

É indispensável que se faça uma releitura do ensino, considerando os PCN+:

[...] para explicitar essas ênfases, o estudo dos *movimentos* poderia constituir um tema estruturador.

O estudo do calor será importante para desenvolver competências que permitam lidar com fontes de energia, processos e propriedades térmicas de diferentes materiais, permitindo escolher aqueles mais adequados a cada tarefa. [...] *calor, ambiente e usos de energia* sinalizam, como tema estruturador, os objetivos pretendidos para o estudo dos fenômenos térmicos.

A ótica e o estudo de ondas mecânicas podem tornar-se o espaço adequado para discutir a imagem e o som como formas de transmissão de informação. [...] o tema *imagem e som* redireciona o estudo da ótica e das ondas mecânicas, colocando em destaque as competências para a compreensão do mundo da informação que se deseja privilegiar.

[...] o sentido para o estudo da eletricidade e do eletromagnetismo pode ser organizado em torno dos *equipamentos elétricos e telecomunicações*.

Alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, [...] o estudo de *matéria e radiação* indica um tema capaz de organizar as competências relacionadas à compreensão do mundo material microscópico.

Finalmente, será indispensável uma compreensão de natureza cosmológica, permitindo ao jovem refletir sobre sua presença e seu "lugar" na história do Universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência. [...]

Universo, Terra e vida passam a constituir mais um tema estruturador. (2002, p.69 - 71).

Considerando esta abordagem, foram apresentados seis temas estruturadores que auxiliam na organização do ensino de Física, os quais são explícitos pelos PCN+:

1. Movimentos: variações e conservações;
2. Calor, ambiente e usos de energia;
3. Som, imagem e informação;
4. Equipamentos elétricos e telecomunicações;
5. Matéria e radiação;
6. Universo, Terra e vida. (2002, p.71).

A organização das atividades dentro dos temas é feita na forma de unidades temáticas. Esta forma de organização pode ser uma alternativa para lidar com as limitações de tempo, entre outros problemas que possam limitar o sentido do aprendizado. Cada escola dependendo da forma que irá trabalhar com a área de Ciências da Natureza e Matemática, escolherá como será a organização da sequência e a forma de estruturar o conhecimento em temas. Isso também irá depender do projeto pedagógico da escola, ou seja, das competências que terão mais atenção. Visando a possível transferência de estudantes de uma escola para outra, foi proposto que as escolas de uma mesma região terão que manter algum tipo de uniformidade para que o aprendiz não tenha seu sistema de formação prejudicado.

Em relação ao sentido da experimentação na educação, segundo os PCN+ temos que:

É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável. (2002, p.84).

Deve-se estar atento a experimentos que se restrinjam a uma série de processos definidos antecipadamente, podendo não ter sentido na aprendizagem do discente. Como alternativas pode-se trabalhar com materiais de baixo custo, como com equipamentos mais elaborados, sempre levando em consideração as competências que se deseja desenvolver. É aconselhado que se desenvolvesse um trabalho conjunto, que possibilite a inserção de diversos temas, sendo que as competências são objeto de todas as séries:

Parte-se de temas próximos à vivência do aluno, de uma fenomenologia mais imediata, que também permite o reconhecimento da disciplina, a exemplo de qualidade de vida, geometria plana ou energia e ambiente. Avança-se, em seguida, para temas de maior complexidade técnica e científica, que correspondem a uma compreensão de tipo operacional e ao uso de instrumentos mais elaborados. [...] Conclui-se com temas que demandam modelos mais abstratos e visões globais complexas [...] (PCN+, 2002, p.135).

Para a aplicação deste modelo, pode-se fazer uso dos trabalhos em grupo e em projetos:

Possivelmente não existem livros didáticos e laboratórios didáticos “perfeitamente adequados” ou ideais que possam ser “adotados” para percursos tão variados, capazes de atender a cada realidade escolar nesse contexto de reforma. Até por isso, seria altamente recomendável que cada escola produzisse novos materiais, com improvisações, com elementos de baixo custo e, o que é mais fundamental, com a contribuição da comunidade escolar, especialmente dos alunos. (PCN+, 2002, p.136).

A presença do professor no desenvolvimento do projeto educacional da escola, como a sua relação fora da sala de aula com os educandos e a sociedade, fazem parte de um trabalho formativo que pode possibilitar as conexões sociais da escola que se almeja.

Sobre a formação permanente do professor, temos de acordo com os PCN+:

A formação profissional contínua tem igualmente um caráter de investigação, uma dimensão de pesquisa. Como profissional, [...] o professor precisa ter competência para improvisar. Por isso, num primeiro nível, a pesquisa que se desenvolve no âmbito do trabalho do professor deve ter como foco principal o próprio processo de ensino e de aprendizagem. Num outro nível, a pesquisa diz respeito a conhecer a maneira como são produzidos os conhecimentos que ensina, ou seja, a noção básica dos contextos e dos métodos de investigação usados pelas diferentes ciências. (2002, p.143).

O objetivo é formar professores pensativos e críticos, que conheçam bem os assuntos que envolvem o ensino-aprendizagem, capaz de construir um processo de autoformação e que também desenvolva o trabalho interdisciplinar.

1.5 Outros Documentos

1.5.1 Diretrizes Curriculares Nacionais - Educação Básica

As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) documento que expõe propostas de normalização da base curricular nacional e de organização do Ensino Médio foram desenvolvidas por partes, onde as primeiras a serem definidas referem-se ao Ensino Fundamental, em seguida foram às diretrizes para o Ensino Médio que é considerado como etapa final da Educação Básica. Posteriormente desenvolveram-se as diretrizes para a Formação de Professores na Modalidade Normal de Nível Médio, depois as diretrizes para a Educação Infantil completando a parte inicial das Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica. Na sequência foram as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Indígena. E por fim as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Quando se fala de interdisciplinaridade é mais fácil compreendê-la quando é levado em conta que todo conhecimento mantém uma comunicação constante com os demais conhecimentos segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais – Educação Básica (DCNEM, 2001). Esta interdisciplinaridade também é promovida quando os indivíduos que fazem parte do ensino-aprendizagem precisam de ações que vistas por uma só disciplina parecem ter senso-comuns diferentes, mas são eficazes quando trabalham com temas complexos. As DCNEM dizem:

É importante enfatizar que a interdisciplinaridade supõe um eixo integrador que pode ser o objeto do conhecimento, um projeto de investigação, um plano de intervenção. Nesse sentido, ela deve partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários. (2001, p.80).

Agindo desde modo, não se quer dizer que a interdisciplinaridade irá criar disciplinas a partir das já existentes, mas sim utilizar as características destas disciplinas para a compreensão das diversas causas ou elementos que intervêm sobre a realidade para a construção do conhecimento.

Visando dar ao aluno um papel que não seja de um mero espectador passivo, promove-se a contextualização do conhecimento, desenvolvendo temas como trabalho e cidadania, sendo estes os contextos de maior relevância no Ensino Médio. A vida pessoal, a convivência e o cotidiano são os contextos que podem ser utilizados para o desenvolvimento dos conteúdos da aprendizagem. Assim podemos compreender a contextualização como um meio que nos permite tornar a aprendizagem mais significativa, facilitando a ligação da experiência escolar com a experiência pessoal.

De acordo com as DCNEM:

A implementação destas DCNEM será ao mesmo tempo um processo de ruptura e de transição. Ruptura porque sinaliza para um Ensino Médio significativamente diferente do atual, cuja construção vai requerer mudanças de concepções, valores e práticas, mas cuja concepção fundante está na LDB. (2001, p.99).

Através dessa ação de ruptura e transição se desenvolve a aprendizagem que possibilitará a construção de novos modelos de ensino preparados para atender a população, alcançando os objetivos do Ensino médio.

1.5.2 Orientações Curriculares para o Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias- Volume 2

O objetivo das *Orientações Curriculares para o Ensino Médio* (OCEM) é apresentação de um conjunto de reflexões que auxilie a prática pedagógica docente, aprofundando o entendimento dos assuntos que não ficaram muito claros nos PCNs, mostrar e possibilitar o desenvolvimento de alternativas didático-pedagógicas, visando compreender as necessidades e alcançar as expectativas que as escolas e os professores esperam da estrutura do currículo para o ensino médio segundo OCEM (2006).

A falta de entendimento do que são as *competências* é uma das maiores dificuldades para a inserção dos Parâmetros Curriculares. Neste processo as OCEM dizem que:

Busca-se proporcionar aos alunos a aquisição de elementos de compreensão e/ou manuseio de aparatos tecnológicos, de máquinas e dos processos de produção industrial e outras atividades profissionais. Essa pode ser uma forma de se entender a preparação para o trabalho da qual trata a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional/1996 e as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio. (2006, p. 46).

Ou seja, as competências devem ser ferramentas utilizadas para mostrar as relações didáticas, que o aprendiz irá desenvolver com seu professor e a sociedade. Para fixar essa relação didática é necessário que se desenvolva um projeto de *ensino com intenção de aprendizagem*, estabelecendo o conhecimento a ser ensinado. Mas antes, os professores devem promover ocasiões de aprendizagem que coloquem o estudante diante de problemas que exijam a *elaboração de hipóteses e a construção de modelos*, possibilitando-o de apresentar seus conhecimentos. Outro elemento importante para a relação didática é *o tempo*: muitas vezes os programas são limitados por um cronograma, mas cada educando tem um tempo de aprendizagem específico.

Para *contextualizar* um problema, pode-se utilizar a história e a filosofia da ciência, mostrando sua origem e as investidas para solucionar este problema, visando dar ao discente a consciência de que houve uma trajetória até que se chegasse ao saber. Outra forma de contextualizar é relacionar o conhecimento científico com o conhecimento vivencial do aluno. No entanto, devemos ter cuidado para não confundir contextualização com cotidiano, pois este muitas vezes é explicado através do *senso comum*.

Devem-se levar em conta as competências e habilidades que se buscam alcançar, sendo estes termos utilizados nos PCN do Ensino Médio e no Exame Nacional do Ensino

Médio (ENEM). A ideia central do ENEM baseia-se nos princípios da LDB – 1996 que divulga dentre as obrigações do ensino médio o possibilitar o entendimento dos princípios científicos e tecnológicos. Desse modo, o processo avaliativo do ENEM está focado no desenvolvimento de competências.

O ENEM contou como base para sua elaboração seis documentos que tiveram grande importância para torná-lo um sistema de avaliação, os tais documentos foram:

- Diretrizes Nacionais do Ensino Médio – 1998;
- PCN do Ensino Médio - 2000;
- Matriz de referência do Sistema Nacional da Avaliação. da Educação Básica (SAEB) - 2001;
- PCN do Ensino Médio - 2002;
- Orientações Curriculares para o Ensino Médio - 2006;
- Matriz de referência do Novo Ensino Médio - 2009.

Para se estudar um fenômeno natural, devemos idealizá-lo, ou seja, modificá-lo para que seja analisado do ponto de vista científico. Deste modo, muda-se o cenário inicial no qual se desenvolveu o problema. Podemos concluir que o conhecimento científico se dá através de problemas articulados.

Tratando-se de interdisciplinaridade temos que:

“A interdisciplinaridade é muitas vezes confundida com o trabalho coletivo ou como oposição às disciplinas escolares.” (OCEM, 2006, p. 51).

Para se conseguir obter a competência crítico-analítica, devemos fazer mais do que uma justaposição de disciplinas, desprovidas de relação aparente entre elas. Devemos fazer a integração das diversas áreas do conhecimento, realizando um trabalho de cooperação e troca, aberto ao diálogo e a organização. Havendo a integração de objetivos, atividades, procedimentos, trabalhando com conceitos, que possibilite o trabalho conjunto e complementar. Devemos pensar que no Ensino Médio o ensino de Física não pretende formar físicos, mas dar a oportunidade para que todos tenham um contato com este conhecimento, independentemente de eles seguirem nesta área ou não, pois esta pode ser a única oportunidade de ver estes conceitos. Além do mais os alunos têm a intenção de aprender, mas talvez não o que a escola lhes oferece. Assim, o projeto de ensino na maioria das vezes difere do *projeto de aprendizagem*.

Os documentos educacionais PCN e PCN+ são orientações:

“Esses documentos esperam promover o debate permanente na escola e evidenciar a necessidade de uma *cultura de formação contínua dos profissionais envolvidos com a educação.*” (OCEM, 2006, p. 55).

Eles surgem como auxiliares importantes para o desenvolvimento do Projeto Pedagógico Curricular (PPC) da escola, pretendendo orientar os profissionais da educação para a solução de problemas como a carga horária insuficiente para suas disciplinas. Muitas iniciativas para a mudança das práticas educacionais são barradas devido à falta de material didático. Uma alternativa é não se limitar a um modelo de ensino fechado e encontrar alternativas que possibilitem este processo.

Podemos notar que os PCN+ apresentam sugestões de temas estruturadores que desenvolvem as competências e conteúdos, promovendo novas práticas pedagógicas. Entre as competências que devem ser sempre trabalhadas, os PCN:

“[...] apontam para aquelas mais ligadas ao caráter intrínseco do conhecimento físico, como reconhecimento de símbolos, reconhecimento de relações de causa e efeito, reconhecimento de modelos físicos microscópicos, entre outras.” (OCEM, 2006, p. 60).

Ficando a caráter do professor de escolher os temas de acordo com as competências que desejam se desenvolver. Quando se fala disso a utilização da *história da ciência* pode completar o ensino de Física e tornar este conhecimento atrativo aos olhos dos alunos, fazendo a ligação dos aspectos científicos com os acontecimentos históricos, promovendo a visão da ciência como uma construção humana. Para o trabalho do professor, o interessante é a *filosofia da ciência* no auxílio da construção de seu entendimento de ciência, com representações na hora de abordá-la em sala de aula.

1.5.3 Orientações Curriculares do Ensino Médio

Vimos que os PCNs apresentam propostas de mudanças para a organização escolar e para a orientação do trabalho pedagógico, mas de acordo com as OCEM:

No entanto, é necessário considerar que tal proposta não se concretizou com a sua implementação por não ter conseguido, nas diferentes instâncias do Ensino Médio, aprofundar análise consistente que permitisse esclarecer e orientar as escolas, bem como, promover o estudo do documento e discutir as possibilidades didático-pedagógicas, por ela apresentadas, junto ao professor na execução da sua prática docente. (2004, p. 6).

Objetivando a reforma do Ensino Médio o MEC apresentou as diretrizes curriculares, mas a abordagem dessas diretrizes não foi o bastante para promover esta reforma. Então, como um recurso da estratégia, apresentaram-se os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM).

Dentre as principais rejeições sofridas pelos parâmetros curriculares podemos citar, segundo as OCEM:

- A ideia de que a reforma curricular é a solução de todos os problemas educacionais;
- O currículo tratado como instrumento de controle da educação e submissão aos princípios do mercado;
- O fato dos PCNEM e as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio (DCNEM) possuírem discurso híbrido contemplando tendências pedagógicas diversas, com vistas a assegurar legitimidade junto a diferentes grupos sociais;
- A ênfase no discurso das competências fragmentadas em habilidades, como modelo de regulação e controle do processo educacional, a fim de garantir metas e resultados;
- A ausência de referências mais precisas para organizar e orientar a aquisição de competências e habilidades de acordo com a realidade dos alunos e da escola. (2004, p. 8).

A continuidade dos estudos, a cidadania e o trabalho devem ser a base para a proposta pedagógica do Ensino Médio. Assim as abordagens necessárias para a reforma curricular:

- Propiciar a reinterpretação e reorganização dos PCNEM e das DCNEM, priorizando o aluno-sujeito, respeitando a diversidade cultural, privilegiando o diálogo e a construção coletiva do currículo;
- Rever a concepção de avaliação predominante que coloca ênfase no resultado em detrimento do processo de ensino e aprendizagem, ou seja, promover a avaliação qualitativa no lugar da quantitativa;
- Criar condições para o desenvolvimento de parâmetros e diretrizes curriculares locais, com a mediação das Secretarias de Educação e do MEC, em consonância com as diretrizes nacionais;
- Tratar como política sócio-cultural o tema relativo às orientações curriculares nacionais;
- Entender a importância de trabalhar o desenvolvimento da capacidade crítica dos alunos em relação aos padrões universais de conhecimento escolar até hoje instituídos;
- Trabalhar o conceito de competência enquanto conhecimento necessário à compreensão e atuação crítica quanto às questões de ordem ética, social e econômica;
- O movimento de reorganização da escola deve estar sustentado no tripé: currículo, formação de professores e gestão, a serem plenamente considerados;
- Assegurar condições teóricas e materiais para a comunidade escolar assumir papel significativo na elaboração e execução do currículo. (OCEM, 2004, p. 12).

O Artigo 6º das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio estabelece três princípios pedagógicos estruturadores do Ensino Médio:

O currículo é conceituado como a proposta de ação educativa constituída pela seleção de conhecimentos construídos pela sociedade, expressando-se por práticas escolares que se desdobram em torno de conhecimentos relevantes e pertinentes, permeadas pelas relações sociais, articulando vivências e saberes dos estudantes e contribuindo para o desenvolvimento de suas identidades e condições cognitivas e sócio-afetivas. (DCNEM, 2012, p. 2).

A interdisciplinaridade e a contextualização ficam mais evidentes nos Artigo 8º e Artigo 9º:

§ 1º O currículo deve contemplar as quatro áreas do conhecimento, com tratamento metodológico que evidencie a contextualização e a interdisciplinaridade ou outras formas de interação e articulação entre diferentes campos de saberes específicos.

§ 2º A organização por áreas de conhecimento não dilui nem exclui componentes curriculares com especificidades e saberes próprios construídos e sistematizados, mas implica no fortalecimento das relações entre eles e a sua contextualização para apreensão e intervenção na realidade, requerendo planejamento e execução conjugados e cooperativos dos seus professores. (DCNEM, 2012, p. 2 - 3).

Sendo os mesmos conceitos apresentados tanto nos PCNEM como nos PCN+. Mas quando se fala em articulação das áreas, tanto os PCNEM, quanto os PCN+ não fazem conexões eficazes para estes temas.

Quando se analisa os PCNEM e os PCN+, notamos que o primeiro não é tão claro ao descrever as competências que devem ser desenvolvidas no Ensino Médio. E o segundo dá uma ênfase maior a estas competências. No entanto, há a presença de temas que não fazem parte dos currículos mais habituais. Porém o currículo apresentado pelos PCN+ se adapta melhor a Base Nacional Comum representada no Artigo 10º das DCNEM, sendo auxiliado pelo Artigo 11º das DCNEM, que engloba os temas omitidos. É indicada a produção de materiais didáticos alternativos que auxiliem o professor a promover as mudanças desejadas no currículo tradicional OCEM (2004). Não se pretende dizer aos professores como fazer o seu trabalho, mas orientá-los a rever suas práticas de sala de aula de acordo com as necessidades de sua comunidade escolar.

As Orientações reforçam o discurso de que o ensino médio deve obter objetivos que vão além da continuação dos estudos:

A impressão que se tem é de que o professor, quando vence o extenso conteúdo, fez a sua parte e agora cabe ao aluno estudar. Mas, o que nos garante que a aprendizagem foi efetiva? E aqueles que não passaram no vestibular, de que serviu a física que aprendeu na escola? Vale lembrar que o número maior de alunos se encontra nesse último grupo! (OCEM, 2004, p. 173).

Objetiva-se que os educados sejam capazes de aprender mesmo fora da escola, transformando-se em cidadãos autônomos. Apesar das Diretrizes Curriculares e dos Parâmetros não deixarem claro o que são as competências e habilidades, os DCNEM também consideram como competências OCEM, (2004, p. 177) “a capacidade de abstração, a capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema, de trabalhar em equipe, de disposição para procurar e aceitar críticas e assim por diante.” Assim a intenção é promover a formação, dentro e fora dos conteúdos formais, permitindo que o aprendiz tenha uma noção da física dentro ou fora da escola.

É importante relatar que os PCNs não restringem a contextualização como vivência do discente, mas apresenta-a como uma base para o aperfeiçoamento de intervenções e decisões. Para formalizar as competências como saberes a serem ensinados, os PCN+ indicam as conexões entre competências, conhecimentos e a ideia de temas estruturadores. A partir daí a Física poderá ser notada como uma ferramenta para a compreensão do mundo. Tentando fazer esta conexão os PCN+ sugerem os seguintes temas para a Física dentro das OCEM:

Tema 1: Movimento, variações e conservações (unidades temáticas: fenomenologia cotidiana, variação e conservação da quantidade de movimento, energia e potência associadas aos movimentos, equilíbrios e desequilíbrios);

Tema 2: Calor, ambiente e usos de energia (unidades temáticas: fontes e trocas de calor, tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores, o calor na vida e no ambiente, energia: produção para uso social);

Tema 3: Som, imagem e informação (unidades temáticas: fontes sonoras, formação e detecção de imagens, gravação e reprodução de sons e imagens, transmissão de sons e imagens);

Tema 4: Equipamentos elétricos e telecomunicações (unidades temáticas: aparelhos elétricos, motores elétricos, geradores, emissores e receptores);

Tema 5: Matéria e radiação (unidades temáticas: matéria e suas propriedades, radiações e suas interações, energia nuclear e radioatividade, eletrônica e informática);

Tema 6: Universo, Terra e Vida (unidades temáticas: Terra e sistema solar, o Universo e sua origem, compreensão humana do Universo).(2004. p. 195).

Logo, podemos pensar nas competências como algo que insere o sujeito na sociedade para a vida pós-escolar e as habilidades como o que auxilia os alunos na vida escolar. Assim os documentos que tratam da organização e do desenvolvimento do ensino, os quais foram apresentados nas seções anteriores são de grande importância para a orientação no processo de ensino-aprendizagem, tendo o professor como o sujeito principal para este desenvolvimento.

2. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE FÍSICA

Este capítulo tem a finalidade de explanar os tipos de aprendizagens e de laboratórios empregados no ensino. Nele falaremos sobre a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica, apresentando o conceito definido por Ausubel, como subsunçor que é bastante relevante quando se fala de aprendizagem significativa. Faremos uma menção aos organizadores prévios que auxiliam a aprendizagem na ausência de alguns subsunçores, assim, como apresentaremos a aprendizagem receptiva e por descoberta. Apresentaremos também os tipos de aprendizagens significativas e abordaremos as aulas laboratoriais com os respectivos conceitos de laboratório estruturado e não estruturado, o que nos permitiu obter o direcionamento do nosso trabalho.

2.1 *Aprendizagem Significativa*

Segundo Ausubel (1978), *aprendizagem significativa* trata-se de um processo no qual um novo conhecimento interage com uma característica relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, envolvendo a interação do novo conhecimento com uma característica específica de conhecimento, definida por Ausubel como *subsunçor*, que fazendo uso das estruturas cognitivas existentes é responsável por novas aprendizagens do indivíduo. Ausubel também fala de uma aprendizagem que ficou conhecida como *aprendizagem mecânica*. Nesta aprendizagem o indivíduo interage com um novo conhecimento que não está relacionado com algum conhecimento já adquirido por este indivíduo. Assim, há apenas uma memorização do conhecimento.

É preferível obtermos uma Aprendizagem Significativa ao invés da Aprendizagem Mecânica, já que a Aprendizagem Significativa constitui um método mais eficiente. Às vezes um indivíduo pode obter um conhecimento de uma forma mecânica e só depois perceber que este conhecimento se relaciona com algum conhecimento anterior já adquirido. Assim, houve um desperdício de esforço e tempo para assimilar conceitos que poderiam ser facilmente compreendidos, se o indivíduo não partisse do zero, mas de algo que já conhecesse, possibilitando que as novas informações achessem um modo de se integrar com aquilo que o indivíduo já conhece, ou seja, um conceito subsunçor, existente na composição cognitiva. Em outras palavras, *subsunçor* é todo o conhecimento prévio do aprendiz que pode servir de

A aprendizagem significativa pode ser dividida em três tipos:

- Aprendizagem Subordinada;
- Aprendizagem Superordenada;
- Aprendizagem Combinatória.

Na *aprendizagem subordinada* há a necessidade da presença de novos conceitos que interajam com conceitos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Já na *aprendizagem superordenada* não é necessária a presença de novos conceitos; ela se dá quando um novo conceito surge a partir da interação de subsunçores que já estão presentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Em outras palavras, um novo conceito pode ser gerado pela interação dos subsunçores. Segundo Ausubel (1980) e Moreira (1999b), a *aprendizagem combinatória* é formada sem haver nenhuma relação de subordinação e de superordenação com conceitos específicos; ela se dá quando há interação com conceitos mais amplos, ou seja, quando apresenta uma relação com a estrutura cognitiva propriamente dita.

Temos ainda que quando o subsunçor incorpora um novo conhecimento, ele se modifica. Se esta mudança ocorre uma ou mais vezes, então ela é chamada de *diferenciação progressiva*. Quando ideias que estão presentes na estrutura cognitiva do indivíduo passam a ser reconhecidas, os conceitos já existentes podem ser reorganizados e adquirir novos significados. Isto é a chamada *reconciliação integrativa*.

Outro pensador de grande importância quando se fala de aprendizagem significativa é o empresário e educador americano Joseph Donald Novak. Ele considera elementos humanísticos, como o sentir e o agir, importantes para a aprendizagem significativa. Segundo Moreira (1999a), para Novak, qualquer acontecimento educativo é, na realidade, uma troca de significados e sentimentos entre professor e aluno. Para Novak (1989), a pré-disposição para aprender está estreitamente ligada com uma experiência afetiva que o educando tem em um acontecimento educativo. Daí, se esta relação for produtiva, teremos maior chance de produzir uma aprendizagem significativa; por outro lado, se esta relação for negativa, a pré-disposição para aprender por parte do discente pode ser prejudicada.

2.2 Laboratório Estruturado e Não Estruturado

O laboratório didático deverá ser utilizado como um recurso pedagógico a ser empregado pelo professor para melhorar o processo de ensino-aprendizagem do aluno, por ele

ser trabalhado com uma metodologia diferenciada, utilizando materiais concretos. Sua função como facilitador da aprendizagem pode ajudar na compreensão de conceitos mais abstratos, como ocorre com a Física, levando a uma maior compreensão dos conceitos físicos e da própria Física como ciência. Dessa forma apresentamos dois conceitos de laboratórios: estruturados e não estruturados.

De acordo com *Romey* (1968), no laboratório estruturado o aluno é guiado por instruções prontas que fazem com que ele produza resultados específicos. Já no laboratório não estruturado é proposta uma situação problema para o aprendiz, deixando-o livre para utilizar os meios que bem entender para organizar os dados e tirar suas próprias conclusões.

Assim, temos que o laboratório estruturado destaca a averiguação experimental dos conceitos físicos e o laboratório não estruturado dá destaque a uma redescoberta desses conceitos. Entretanto o laboratório estruturado não deve ser tomado como um processo pronto e acabado, ele deve proporcionar ao estudante refletir sobre o procedimento que está sendo aplicado, assim como o laboratório não estruturado não deve ser tomado como um “total abandono” do aluno. (Moreira e Gonçalves, 1980a).

Podemos fazer uma comparação do laboratório estruturado e não estruturado com a aprendizagem receptiva e por descoberta. No laboratório estruturado o estudante é levado passo-a-passo durante o experimento, caracterizando a aprendizagem receptiva. No laboratório não estruturado, ele é mais livre para desenvolver as atividades, o que representa a aprendizagem por descoberta.

Spears e Zollman (1977) realizaram uma pesquisa sobre a influência do laboratório estruturado e não estruturado no auxílio da compreensão do processo científico pelos aprendizes. Eles chegaram à conclusão de que a utilização do laboratório estruturado apresenta para os educandos demonstrações das atividades desenvolvidas pelos cientistas, permitindo que os alunos que tiveram esse tipo de laboratório obtivessem uma maior compreensão do processo científico.

Moreira e Gonçalves conduziram uma pesquisa para constatarem se há alguma diferença para aprendizagem dos estudantes quando se trata da utilização do laboratório estruturado e não estruturado. No primeiro momento, Moreira e Gonçalves (1980a) conduziram esta pesquisa em um curso individualizado; posteriormente Moreira e Gonçalves

(1980b) utilizaram para sua pesquisa um curso convencional. Em ambos, os métodos de ensino foram o Sistema de Instrução Personalizada ou Método Keller:

O método Keller (ou plano Keller), também conhecido como "Sistema de Instrução Personalizada", é um tipo de ensino individualizado cuja tônica é uma maximização do reforço positivo e uma minimização de punições, ansiedades e frustrações no processo de aprendizagem. (MOREIRA, 1973, p.159).

Na primeira pesquisa os discentes foram divididos em dois grupos: o primeiro iria fazer uso do laboratório estruturado e o segundo, do laboratório não estruturado. Ao término deste primeiro trabalho não foi constatada nenhuma diferença estatisticamente significativa, tanto nos valores médios obtidos como em relação ao tempo médio gasto nos experimentos. Assim:

Em função desses resultados, os autores argumentaram que, no contexto em que foi conduzido o estudo, confirmou-se a hipótese de que não haveria diferença estatisticamente significativa, devida ao laboratório estruturado em comparação com o não estruturado, no desempenho dos alunos em testes objetivos através dos quais se procuraria avaliar a aprendizagem de conteúdo em função da atividade laboratorial. (MOREIRA: GONÇALVES, 1980 b, p. 392)

Isso está de acordo com a teoria de Ausubel, que afirma que quando se trata da aprendizagem significativa, seja pelo método de recepção ou pelo de descoberta, o resultado é o mesmo. Lembrando que podemos relacionar estes dois métodos com os dois tipos de laboratórios. Mas e se o curso utilizado não fosse o individualizado e sim o curso convencional, os resultados seriam os mesmos? Esta foi a motivação da segunda pesquisa.

Como feito na primeira pesquisa, na segunda pesquisa os discentes foram divididos em dois grupos, onde um utilizaria o laboratório estruturado e o outro o não estruturado. Ou seja, a variável entre os dois estudos foi o método de ensino. No primeiro, o ensino era individualizado, o que possibilitava que os alunos ditassem o ritmo dos experimentos. Já no segundo, era o convencional, expositivo, com uma limitação de tempo. Na maioria dos experimentos os estudantes que estavam utilizando o laboratório estruturado obtiveram resultados superiores com uma diferença estatisticamente significativa em relação aos que estavam fazendo o uso do laboratório não estruturado. Nos demais experimentos este grupo também obteve resultados superiores, porém a diferença não foi estatisticamente significativa.

Desse ponto de vista, podemos dizer que há uma diferença estatisticamente significativa na utilização dos laboratórios estruturados e não estruturados, quando se trata da aprendizagem de conteúdo. O laboratório estruturado seria o mais adequado para o ensino convencional, de acordo com os resultados de Spears e Zollman. No entanto, os dois

conceitos não essencialmente se contradizem. Os alunos que utilizaram o laboratório estruturado podem ter sido beneficiados de alguma forma, pela estrutura cognitiva ou pelos subsunçores, como abordado pelos pesquisadores.

2.3 O Modelo de Gallagher e o Laboratório Estruturado

O modelo de *James Gallagher* (1966) trata da organização dos conceitos de diferentes pensamentos e a habilidade na discussão em classe. É também denominado de modelo tridimensional. As três dimensões são:

- *Conteúdo e Habilidades*: o conteúdo aborda o objetivo de levar os estudantes a uma determinada gama de conceitos; as habilidades consistem em instruir os alunos para enfrentar futuras situações problemas.
- *Nível de Conceitualização*: trata-se do grau de dificuldade que cada classe apresenta no trabalho desenvolvido. Três níveis são usados como base nessa dimensão: dados (representa a discussão de dados específicos, é o nível concreto dos acontecimentos); conceito (representa certo grau de dificuldade em relação aos dados, conduzindo a ideias mais gerais); generalização (representa ideias e conceitos mais abrangentes e seu relacionamento, como em uma lei ou princípio).
- *Estilo de Pensamento*: consiste na concentração de como o conhecimento está sendo apresentado em classe. A objetividade de um tópico pode aparecer na descrição de um conceito ou evento; na expansão que permitirá a classe fazer novas associações; na explanação, através de argumentos, de uma sequência dedutiva de pensamentos; ou na avaliação que levará o grupo a tomar decisões, a julgar e explicar as razões nas quais está baseado o julgamento.

Neste modelo, temos inicialmente uma análise teórica, proporcionando uma visão teórica do experimento. Posteriormente teremos perguntas relacionadas ao experimento propriamente dito, de modo a levar o aluno para a execução do experimento de forma detalhada. A esse procedimento damos o nome de laboratório estruturado.

2.4 A Teoria de Bruner e o Laboratório não Estruturado

Bruner (1976) dá destaque ao processo de descoberta e defende que é necessário levar em conta a individualidade de quem está aprendendo. De acordo com ele, este

desenvolvimento se dá em três instantes, onde cada um é caracterizado por uma representação particular *icônica* e *simbólica*, respectivamente.

Primeiramente uma teoria de ensino tem que enfatizar as experiências mais ativas que crie em um indivíduo certa vocação para o aprendizado. Ela também deve enfatizar que o processo de ensino tem que dar condições aos alunos de formularem problemas. Práticas experimentais rígidas não são favoráveis às explorações. Por outro lado, práticas muito flexíveis podem causar confusão e angústia, diminuindo o ato da exploração. Desse ponto de vista, tratando-se do laboratório, a ideia principal é de aprendizagem por descoberta, ou seja, através de um laboratório não estruturado, porém não a ponto de tornar-se confusão e angústia para o aprendiz.

3. METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido na forma de um estudo descritivo e utilizou como método de procedimento o experimental com o levantamento e o estudo do caso. A técnica empregada foi a observação indireta. O instrumento de coleta de dados que utilizamos foram questionários elaborados a partir dos experimentos aplicados em sala de aula e, como embasamento teórico, contamos com autores que atuam na área do ensino-aprendizagem, como Bardin, Baldwin, Ferreira, entre outros.

O trabalho foi desenvolvido na Escola Estadual de Ensino Médio Orlando Venâncio dos Santos, localizada na cidade de Cuité no Curimataú Paraibano, trabalhamos com onze turmas do primeiro ao terceiro ano do Ensino Médio, com a colaboração dos professores de Física da própria escola: Jabes da Silva Costa e José Jarbas F. de Almeida. As turmas escolhidas para a pesquisa foram as que participavam do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), por ser mais fácil o acesso a estas turmas (como o laboratório da escola estava passando por um processo de revitalização, os experimentos foram aplicados nas salas de aulas). Também fizemos o uso de documentos educacionais, tais como, os PCNs, a LDB, dentre outros.

Durante a pesquisa que teve uma duração de um ano e seis meses, na qual a experimentação durou entre seis a sete meses, tentamos analisar a influência da utilização de experimentos produzidos com materiais de baixo custo nas aulas de Física, tendo em vista a melhoria da compreensão dos conceitos físicos, facilitando o processo de ensino-aprendizagem. Posteriormente ao emprego dos experimentos aplicou-se a análise de conteúdo para obter informações sobre o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem dos educandos.

Nas próximas seções iremos falar um pouco sobre análise de conteúdo, pré-análise, exploração de material, tratamento dos resultados e a metodologia do trabalho propriamente dita.

3.1 Análise de Conteúdo:

A análise de conteúdo é uma técnica para as ciências empregada nos estudos de conteúdo em comunicação e textos que parte de um aspecto quantitativo, analisando numericamente a presença de eventos de determinados conceitos ou expressões, construções e

referências em um dado texto. A proposta que iremos apresentar é da professora de Psicologia da Universidade de Paris V, Laurence Bardin (1977).

Posicionando a análise de conteúdo na história, temos que seu início se deu nos Estados Unidos na forma de instrumento para análise das comunicações. Entretanto, a explanação de textos já era algo praticado há muito tempo, como na hermenêutica, que é o artifício de interpretar os textos sagrados ou misteriosos (BARDIN, 1977).

Quando se fala em interpretações de textos de acordo com Bardin, temos que:

Mensagens obscuras que exigem uma interpretação, mensagens com um duplo sentido cuja significação profunda só pode surgir depois de uma observação cuidadosa ou de uma intuição carismática. Por detrás do discurso aparente, geralmente simbólico e polissêmico, esconde-se um sentido que convém desvendar. (1977, p.14)

Quando se elabora um trabalho e analisam-se os dados através da análise de conteúdo, estamos fazendo uma varredura em busca de informações que não estão explícitas nos textos, sendo necessário utilizar métodos específicos para desvendar as mensagens implícitas. Segundo Bardin (1977), nos Estados Unidos, os departamentos de ciências políticas ocuparam um lugar de destaque no desenvolvimento da análise de conteúdo. Com os problemas emergentes após a Segunda Guerra Mundial, boa parte dos estudos através da análise de conteúdo incumbe à investigação política. No período da guerra o Governo americano determinou que os analistas desmascarassem mensagens subliminares, analisando os jornais e periódicos suspeitos de propaganda subversiva.

A análise de conteúdo abrangeu várias vias de comunicação, como: as notícias dos jornais, os discursos dos políticos, as cartas trocadas, os anúncios publicitários, os romances autobiográficos, os relatórios oficiais. Baldwin (1942, *apud* BARDIN, 1977, p.18), apresenta uma 'análise da estrutura da personalidade', objetivando trabalhar como um 'componente da perspicácia mais ou menos brilhante do clínico'. Como diz ainda o próprio Baldwin (1942, p.37 *apud* BARDIN, 1977, p.18): 'uma técnica que oferece uma avaliação e uma análise que terão a virtude da objetividade e revelarão também os aspectos do material que poderiam ter escapado ao exame minucioso do clínico'. A técnica aplicada por Baldwin (*análise da estrutura da personalidade*) para desenvolver a compreensão de um caso neurótico compõe uma das primeiras tentativas de combinação, previsão e observação, ou seja, de associações ou exclusões de palavras ou temas presentes no material de análise. Assim a análise de

conteúdo posteriormente passa a despertar o interesse de várias áreas, como a linguística, a história, a psiquiatria, a psicanálise.

Se abordássemos a análise de conteúdo levando em consideração uma análise qualitativa e uma análise quantitativa quais seriam as diferenças? Segundo George (1959, p.7-32 *apud* BARDIN, 1977, p.21), na análise quantitativa, o que convém como referencial é a frequência com que aparecem certas características do conteúdo. Na análise qualitativa é o comparecimento ou a carência de um dado atributo de conteúdo ou de um conjunto de atributos num determinado fragmento de mensagem que é tomado em consideração.

Duas ações “libertam” a análise de conteúdo. Por um caminho, a exigência da objetividade torna-se menos rigorosa, ou seja, de acordo com Bardin (1977, p.21) “alguns investigadores interrogam-se acerca da regra legada pelos anos anteriores, que confundia objetividade e cientificidade com a minúcia da análise de frequências”. Por outro, se aceitou a combinação da compreensão clínica, com a contribuição da estatística. Porém, a análise de conteúdo já é ponderada unicamente com um alcance *descritivo* (*exemplo, os inventários dos jornais do princípio do século*), antes se aceitando que a sua colocação ou o seu objetivo é dar-se pela *inferência*, ou seja, pelos resultados da análise, poder-se-ia regressar às causas (*análise das co-ocorrências*).

A partir do período de 1960 até os dias atuais, três acontecimentos essenciais afetam a investigação e a técnica da análise de conteúdo. O primeiro é o recurso de programas de computadores; o segundo o interesse pelos estudos relacionados à comunicação não verbal e o terceiro é a inexecutabilidade de exatidão dos trabalhos linguísticos. O primeiro computador surgiu em 1944; em 1960 nasce um modelo mais moderno de computadores. Devido aos transistores, com o passar do tempo novos modelos de computadores foram surgindo. Os programas de computadores permitiram uma análise mais detalhada e mais rápida de uma quantidade de dados impossíveis de manipular manualmente, podendo, assim, aplicar técnicas estatísticas avançadas.

A análise de conteúdo pode ser vista como um conjunto de técnicas de análise das comunicações, apesar de poder ser considerada como um instrumento de análise que é marcada por uma grande variedade de formas e é adaptável a um campo de aproveitamento muito vasto, ou seja, o campo das comunicações.

Atualmente, segundo Bardin, a análise de conteúdo é determinada como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens. [...] indicadores (quantitativos ou não) [que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens]. (1977, p.38)

Ferreira (2000) tendo os enfoques de Bardin como base, apresenta a caracterização das opções de utilização da análise de conteúdo:

A análise de conteúdo é usada quando se quer ir além dos significados, da leitura simples do real. Aplica-se a tudo que é dito em entrevistas ou depoimentos ou escrito em jornais, livros, textos ou panfletos, como também a imagens de filmes, desenhos, pinturas, cartazes, televisão e toda comunicação não verbal: gestos, posturas, comportamentos e outras expressões culturais.

O analista, parte da manipulação das mensagens que maneja, para *inferir*, ou seja, fazer deduções de conhecimentos sobre o transmissor da mensagem ou sobre o seu ambiente. Ainda de acordo com Bardin:

Se a *descrição* (a enumeração das características do texto, resumida após tratamento) é a primeira etapa necessária e se a *interpretação* (a significação concedida a estas características) é a última fase, a inferência é o procedimento intermediário que vem permitir a passagem, explícita e controlada, de uma à outra. (1977, p.39)

Assim as inferências buscam explicar as causas da mensagem ou as consequências que a mensagem pode provocar. Para que possa desenvolver o seu papel de análise das mensagens, a análise de conteúdo conta com a linguística e com as técnicas documentais, apesar de arquitetar para si um campo próprio de investigação. O objeto da linguística é a língua, ou seja, o aspecto coletivo e virtual da linguagem, enquanto que o da análise de conteúdo é a palavra, isto é, o aspecto individual e atual da linguagem (BARDIN, 1977).

As distintas fases da análise de conteúdo se arranjam em três períodos, segundo Bardin:

1. A pré-análise;
2. A exploração do material;
3. O tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação. (1977, p.95)

3.2 Pré-análise:

A pré-análise é a etapa de preparo, que tem por objetivo dar um padrão às ideias iniciais, de modo que desenvolva as operações contínuas da análise. Na maioria das vezes, esta primeira fase possui três etapas: *a escolha dos documentos a serem analisadas*, a

elaboração das *hipóteses* e dos *objetivos* e a formação de *indicadores* que fundamentem a interpretação final. O primeiro contato com os documentos definido como *leitura flutuante*, é a leitura em que se originam hipóteses ou questões norteadoras com base em teorias conhecidas, (BARDIN, 1977). É nesta etapa que surgem as *hipóteses* e *objetivos* do trabalho. As hipóteses são explicações adiantadas dos fenômenos observados, que nos propomos verificar. O objetivo da pesquisa é sua intenção máxima, de acordo com o quadro teórico que embasa o conhecimento. No entanto, para a *escolha dos documentos*, precisamos obedecer a certas regras apresentadas por Bardin (1977):

- exaustividade – deve-se esgotar a totalidade da comunicação, não omitir nada;
- representatividade – a amostra deve representar o universo analisado;
- homogeneidade – os dados devem referir-se ao mesmo tema, serem obtidos por técnicas iguais e colhidos por indivíduos semelhantes;
- exclusividade – um elemento não deve ser classificado em mais de uma categoria;
- pertinência – os documentos precisam adaptar-se ao conteúdo e objetivo da pesquisa.

Posteriormente a leitura flutuante, devemos fazer a *referenciação dos índices* e a *elaboração de indicadores* preparados em função das hipóteses. Os temas que se reproduzem com muita frequência podem ser índices. Antes da análise, deve-se fazer a *preparação do material*. O material reunido deve ser preparado; esta preparação é basicamente uma preparação formal, ou seja, uma “edição”.

3.3 Exploração do Material:

A etapa operacional da análise é a aplicação sistemática das decisões tomadas na pré-análise. Esta fase é extensa e cansativa, consiste basicamente de operações de codificação, em função de regras previamente estabelecidas. A codificação consiste na escolha de unidades de registro, a escolha de regras de contagem e o desígnio de categorias. Unidade de registro é a unidade de significação a codificar. Pode ser o tema, palavra ou frase. O tema é definido por Berelson (1971 apud Bardin, 1977, p.105).

“Uma afirmação acerca de um assunto. Quer dizer, uma frase, ou uma frase composta, habitualmente um resumo ou uma frase condensada, por influência da qual pode ser afetado um vasto conjunto de formulações singulares”.

O documento convém como unidade de registro quando a ideia fundamental de um livro, um relato, uma entrevista é satisfatória para o objetivo desejado. Para estabelecer as

unidades de registro, é preciso, às vezes, fazer referência ao contexto da unidade que se quer registrar. Então, o contexto serve para abranger a unidade de registro.

Para as unidades de registros devemos ficar atentos a alguns aspectos: a escolha de regras de contagem; a aparição de alguns elementos pode ser expressiva; a ausência de elementos pode significar dificuldades ou traduzir vontade escondida, como acontece, nos discursos eleitorais; a proporção com que aparece uma unidade de registro será o que se considera mais significativo; a intensidade será medida através dos tempos do verbo; a direção será favorável, desfavorável ou neutra; a ordem de aparecimento das unidades de registro pode ser decisiva. Por exemplo, se o sujeito “Z” está em primeiro lugar e o sujeito “A” em último, pode ter significado importante; assim, como a co-ocorrência que é a presença simultânea de duas ou mais unidades de registro. (BARDIN, 1977)

A maioria dos artifícios de análise qualitativa organiza-se em torno de um processo de categorização. A categoria é uma forma generalizada de conceito, uma forma de pensamento. As categorias são representações da realidade, sendo resumos, em determinado momento, do saber. Por isso, se modificam constantemente. Na análise de conteúdo, as categorias reúnem um grupo de elementos (unidades de registro) de acordo com suas características comuns. Para a escolha de categorias pode haver vários discernimentos: semântico (temas), sintático (verbos, adjetivos, pronomes), léxico (classificar as palavras de acordo com seu significado, os sinônimos, os antônimos), expressivo (classificar pelas agitações da linguagem, da escrita).

Temos boas e más categorias. Para considerar as categorias como boas, elas devem possuir certas qualidades:

- exclusão mútua – cada componente só pode permanecer em uma categoria;
- homogeneidade – dentro de conjunto categorial, só podemos ter um registro e uma dimensão as análise;
- pertinência – as categorias devem dizer respeito aos designios do investigador, as finalidades da pesquisa às questões norteadoras, às características da mensagem;
- objetividade e fidelidade – as distintas partes de um material, ao qual se dedicar-se a mesma grelha categorial, devem ser interpretadas da mesma maneira, mesmo quando submetidas a várias análises, não deverá haver distorções devido à subjetividade dos analistas;
- produtividade – as categorias serão produtivas se apresentarem resultados férteis em inferências, em hipóteses novas, em dados exatos. (BARDIN, 1977, p.120)

3.4 Tratamentos dos Resultados:

A inferência se guia por múltiplos pólos de atenção, que são os pólos de atração e da comunicação. Quando se trata da comunicação há sempre o emissor e o receptor, que temos, como polos de inferência, além da mensagem e o seu suporte, ou canal de comunicação. O *emissor* é o fabricante da mensagem. É um indivíduo ou um grupo de indivíduos, cuja mensagem que ele transmite, representa-o. O *receptor* pode ser um indivíduo, ou um conjunto deles. Daí, o estudo da mensagem pode prover dados sobre o público a que ela se designa. A *mensagem* é o assunto que dá início a qualquer análise. O *canal*, o objeto técnico, o aparelho, a base material do código, serve mais para procedimentos experimentais do que para análise de conteúdo.

Quando descobrimos um tema nos documentos, devemos comparar enunciados e atos entre si, para averiguar um conceito que possa unificá-los. Ao se descobrir temas diferentes, torna-se imprescindível encontrar similaridades que possam haver entre eles. A proposição é um enunciado geral fundamentado nos dados. Enquanto os conceitos podem ou não se ajustar, as proposições são corretas ou falsas, mesmo que não possa haver uma comprovação por parte do pesquisador. No período de interpretação dos dados, o relacionamento entre os dados destacados e a fundamentação teórica é que dará orientação à interpretação. O processo da análise do discurso também abrange operações de desanexação e de categorização de suas unidades de registro (classificações semântica, sintática e lógica, simultaneamente).

3.5 Metodologia Utilizada:

Como já dito, a metodologia utilizada no trabalho foi baseada no estudo descritivo, objetivando a menor interferência possível nos dados a serem analisados. Como etapa inicial realizou-se a preparação dos experimentos, onde antes de qualquer procedimento, foi realizada uma leitura sobre os métodos experimentais, visando obter maior embasamento na produção dos roteiros a serem utilizados em cada experimento, os quais podem ser encontrados a partir da página 61 dos apêndices. Depois desta leitura, começamos a elaboração dos experimentos propriamente ditos (página 89 dos apêndices), através de pesquisas sobre experimentos já realizados, tentando reproduzi-los ou adaptá-los ao público alvo de nossas atividades. Os experimentos escolhidos para a nossa pesquisa seguiam o cronograma didático dos professores, ou seja, eram de acordo com os conteúdos que os alunos estavam aprendendo. Tentamos utilizar experimentos que possibilitassem a contextualização

com o cotidiano dos alunos, fazendo com que eles observassem uma relação direta de suas vidas com o que esta sendo aprendido em sala de aula. O tipo de laboratório que utilizamos foi o laboratório estruturado, por que esse tipo de laboratório de acordo com Spears e Zollman (1977) apresenta demonstrações das atividades científicas e seria o mais adequado para o ensino convencional. Vale salientar que esta ideia não é uma verdade absoluta, sendo necessário mais pesquisas sobre os resultados obtidos por Spears e Zollman.

Posteriormente ao término dos ajustes para aplicação experimental, desenvolvemos os roteiros a serem utilizados, de forma que tivessem uma linguagem clara para os estudantes, ao mesmo tempo em que despertassem a curiosidade dos mesmos em relação aos conceitos apresentados. Os roteiros de uma forma geral eram compostos por: um *título* e um *conceito físico*; seguidos dos *objetivos* pretendidos com a aplicação do experimento; a *caracterização do experimento* que seria realizado, descrição sucinta do experimento; a *aplicação prática*, situação ou aproximação do cotidiano do aluno em que aquele conceito poderia ser visualizado; o *material necessário* para a realização do mesmo; a apresentação da *montagem* passo-a-passo; o *esquema geral da montagem* que permitia uma visão do experimento pronto; os *procedimentos* a serem tomados durante o processo experimental e, por fim, um *questionário* apresentado em duas vias, onde a primeira seria respondida antes da realização experimental e a segunda após a discursão dos fenômenos físicos observados, sendo que ambas deveriam ser entregues ao professor no término da atividade.

Seguida da atividade experimental, a próxima etapa foi a de análise dos questionários (que encontramos a partir da página 94 dos apêndices), onde adotamos categorias e analisamos os efeitos do trabalho realizado no processo de ensino-aprendizagem, considerando as finalidades das categorias de acordo com as qualidades de *exclusão mútua*, *homogeneidade*, *pertinência*, *produtividade*, *objetividade* e *fidelidade*, o que está de acordo com a proposta de exploração do material. Definimos também os critérios para a análise das categorias adotadas. Esta análise foi desenvolvida atribuindo-se índices que variavam de zero a cinco para cada categoria como proposto na pré-análise. Os índices ajudam a observar o desempenho dos alunos nas respostas dadas e as mudanças entre as respostas do primeiro momento da aplicação experimental e as do segundo momento. Posteriormente as atribuições dos índices, assim, como esperado de uma análise de conteúdo, buscou-se explicar as causas que levaram a cada resposta e suas consequências produzindo uma conclusão sobre a utilização de experimentos de baixo custo no ensino-aprendizagem de Física.

4. RESULTADOS E ANÁLISES

Neste momento do nosso trabalho, apresentamos as análises dos questionários aplicados com os alunos antes dos experimentos e após os experimentos, assim como os resultados obtidos através desta análise. Este é o momento crucial da pesquisa desenvolvida, pois é neste momento que verificamos nossas hipóteses e objetivos alcançados. Para este processo foram elaboradas categorias para a análise e suas finalidades como sugerido por Bardin (1977), objetivando facilitar a nossa análise de conteúdo. Como foram feitas as escolhas das categorias, veremos nas próximas seções.

4.1 Finalidades das Categorias

Para a análise de conteúdo utilizada, definimos primeiramente as finalidades das categorias, visando facilitar o nosso trabalho na análise dos questionários relacionamos as categorias e as finalidades através de algarismos romanos, conservando as qualidades de objetividade, fidelidade, produtividade e pertinência. Estas escolhas estão expostas a seguir:

I) Nesta categoria se avalia a Objetividade e a Fidelidade: não pode haver distorção devido à subjetividade dos analistas.

II) Nesta categoria avalia-se o entendimento do aprendiz sobre a pergunta.

III) Nesta categoria se avalia a Produtividade: as categorias serão produtivas se os resultados forem férteis.

IV) Esta categoria avalia o desenvolvimento do educando.

V) Esta categoria avalia a Pertinência e a Produtividade. Pertinência: as categorias devem dizer respeito às intenções do investigador, aos objetivos da pesquisa e às questões norteadoras.

VI) Nesta categoria avalia-se a Produtividade e a Pertinência.

4.2 Categorias para a Análise

Abaixo temos as categorias escolhidas para a nossa análise, enumeradas por algarismos romanos referentes às suas finalidades, seguidas de índices que foram adotados visando à melhor avaliação de cada categoria.

I) A resposta está correta?

Para a análise desta categoria, temos que:

- Se não houver verdade na resposta, o índice será (0);
- Se houver verdade na resposta, se ela está incompleta e não é a mais adequada para a pergunta, o índice será (1);
- Se houver verdade na resposta, se ela está completa e não é a mais adequada para a pergunta, o índice será (2);
- Se houver verdade na resposta, se ela está incompleta e é a mais adequada para a pergunta o índice será (3);
- Se houver verdade na resposta, se ela está completa e é a mais adequada para a pergunta, mas há um pequeno erro, o índice será (4);
- Se houver verdade na resposta, se ela está completa e é a mais adequada para a pergunta, o índice será (5).

II) O estudante respondeu a questão por completo?

Para a análise desta categoria, temos que:

- Se não houver resposta, o índice será (0);
- Se a resposta é de apenas uma parte da pergunta e está incompleta, então o índice será (1);
- Se a resposta é de apenas uma parte da pergunta e está completa, então o índice será (2);
- Se a resposta é de toda pergunta e esta incompleta, o índice será (3);
- Se a resposta é de toda pergunta e tem uma pequena omissão, o índice será (4);
- Se a resposta é de toda pergunta e esta completa, o índice será (5).

III) A resposta está de acordo com a resposta esperada?

Para a análise desta categoria, temos que:

- Se não houver nem uma relação com a resposta esperada, o índice será (0);
- Se houver uma relação muito pequena com a resposta esperada, então o índice será (1);
- Se houver uma relação pequena com a resposta esperada, o índice será (2);

- Se houver uma relação regular com a resposta esperada, o índice será (3);
- Se houver uma relação boa com a resposta esperada, o índice será (4);
- Se houver uma relação ótima com a resposta esperada, o índice será (5).

IV) Houver mudança entre as respostas da 1º Via e da 2º Via do questionário?

Para a análise desta categoria, temos que:

- Se não houver nenhuma mudança nas respostas, o índice será (0);
- Se houver uma mudança razoável entre as respostas, o índice será de (1 a 2);
- Se houver uma mudança média entre as respostas, o índice será de (3 a 4);
- Se houver uma mudança total entre as respostas, o índice será (5).

V) As respostas da 2º Via tem índices melhores do que as da 1º Via do questionário?

Para a análise desta categoria, temos que:

- Se os valores na Segunda Via não aumentarem, o índice será (0);
- Se os valores na Segunda Via aumentarem até um dígito, o índice será (1 a 2);
- Se os valores na Segunda Via aumentarem de dois a três dígitos, o índice será (3);
- Se os valores na Segunda Via aumentarem em quatro dígitos, o índice será (4);
- Se os valores na Segunda Via aumentarem em cinco dígitos, o índice será (5).
- Quando os valores dos índices de cada categoria forem diferentes será feita a média entre os índices resultantes.

VI) Houve aprendizagem significativa da 1º Via para a 2º Via do questionário?

Para a análise desta categoria, temos que:

- Se não houver evolução na resposta, o índice será (0);
- Se houver uma evolução razoável na resposta, o índice será de (1 a 2);
- Se houver uma evolução média na resposta, o índice será de (3 a 4);
- Se houver uma evolução excelente na resposta, o índice será (5).

4.3 Análises dos Questionários

Depois de escolhidas às categorias e elaboradas suas finalidades, começamos a análise dos questionários, sendo que cada análise da tabela representa um questionário por aluno.

Devido à extensão das análises, representamos aqui apenas a tabela referente ao primeiro experimento; as demais tabelas podem ser encontradas no APÊNDICE C.

QUESTIONÁRIO DO ROTEIRO 1

Questionário: Primeira Via

- 1) O que você entende por velocidade e qual a sua unidade de medida no S.I?
- 2) O que é velocidade média e do que ela depende?
- 3) O que é velocidade instantânea?

Questionário: Segunda Via

- 1) O que você entende por velocidade e qual a sua unidade de medida no S.I?
- 2) O que é velocidade média e do que ela depende?
- 3) O que é velocidade instantânea?

Tabela 1 - Índices do questionário da primeira via (roteiro 1)

Análise I	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	1	1
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	1	1
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
Análise II	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	2	3	2
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	4	4	4
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	1	0
Análise III	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	1	1
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	1	1
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
Análise IV	Questão 1			
	Categoria	I	II	III

	Índice	1	1	1
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	1	1
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
Índice	0	0	0	
Análise V	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	2	3	2
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	4	4	4
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	1	0

Tabela 2 - Índices do questionário da segunda via (roteiro 1)

Análise I	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	5	3	4
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	5	3	4
Análise II	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	5	4	4
	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	5	5	5	5	3	5
Análise III	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	0	0	0
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	5	3	4
Análise IV	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	5	3	4
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	5	3	5
Análise V	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	1	1	1	5	1	2
	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	0	0	5	0	0
Análise V	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	0	0	5	0	0
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	0	0	5	0	0
Análise V	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI

	Índice	5	5	5	5	3	5
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	0	0	0
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	5	3	4

4.3.1 Gráficos das Análises dos Questionários



Gráfico 1 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 1 (Categoria I) – Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

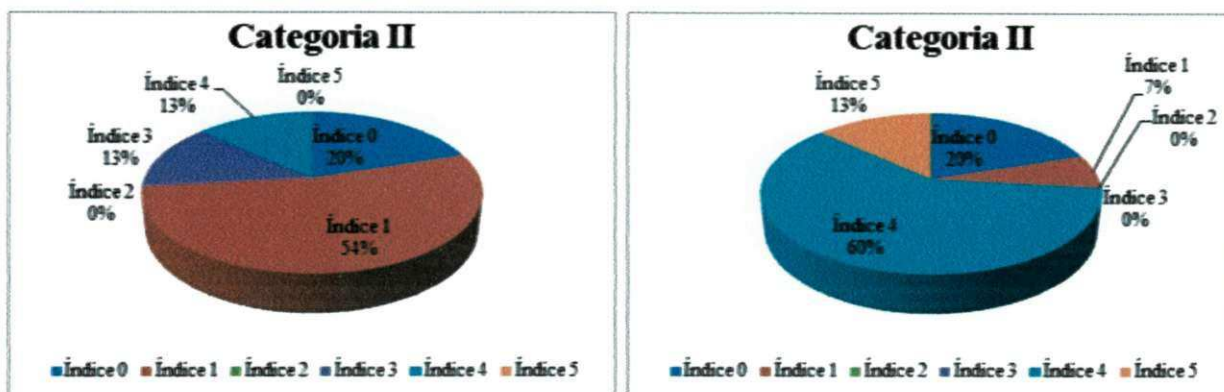


Gráfico 2 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 1 (Categoria II) – Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

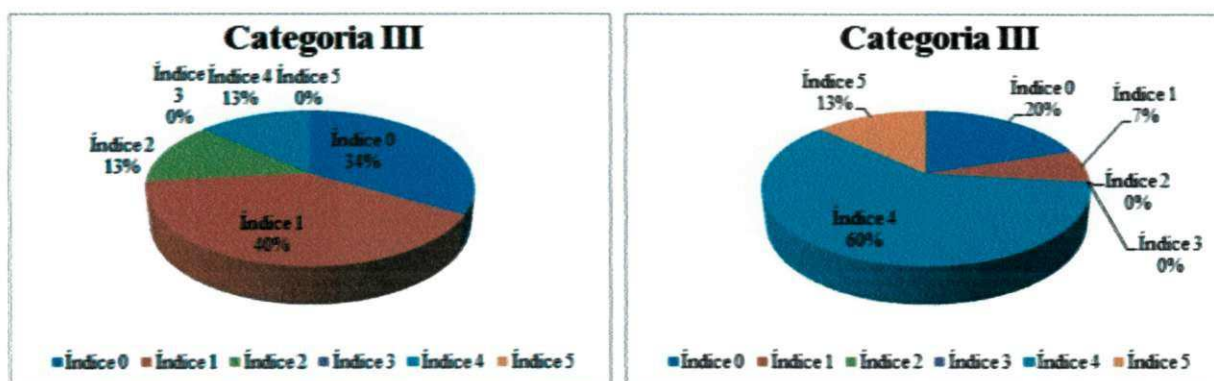


Gráfico 3 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 1 (Categoria III) – Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita,

Podemos notar que nos gráfico 1, gráfico 2 e gráfico 3 os percentuais da direita referentes a Segunda Via dos questionários, a qual foi aplicada após o uso dos experimentos, a maioria dos alunos obtiveram índices entre 4 e 5. Superando o resultado dos percentuais da Primeira Via, onde a maioria obtiveram índices entre 0 e 1.

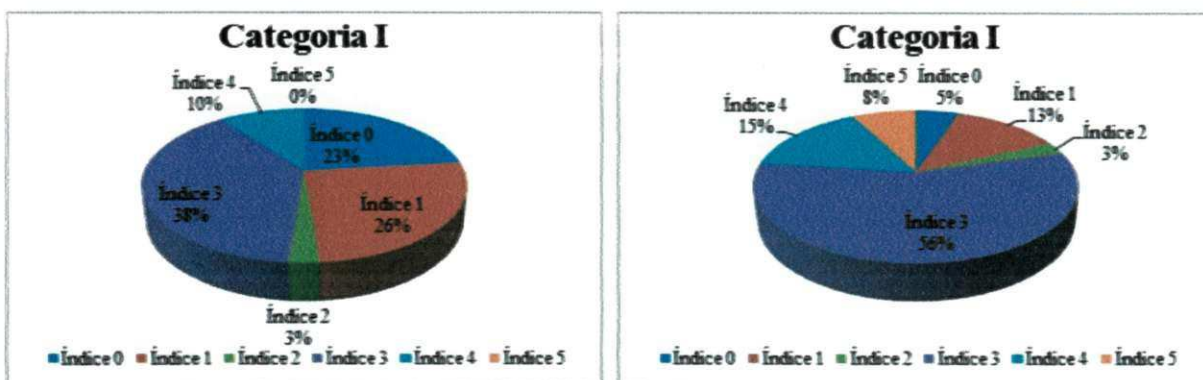


Gráfico 4 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 2 (Categoria I) – Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita,

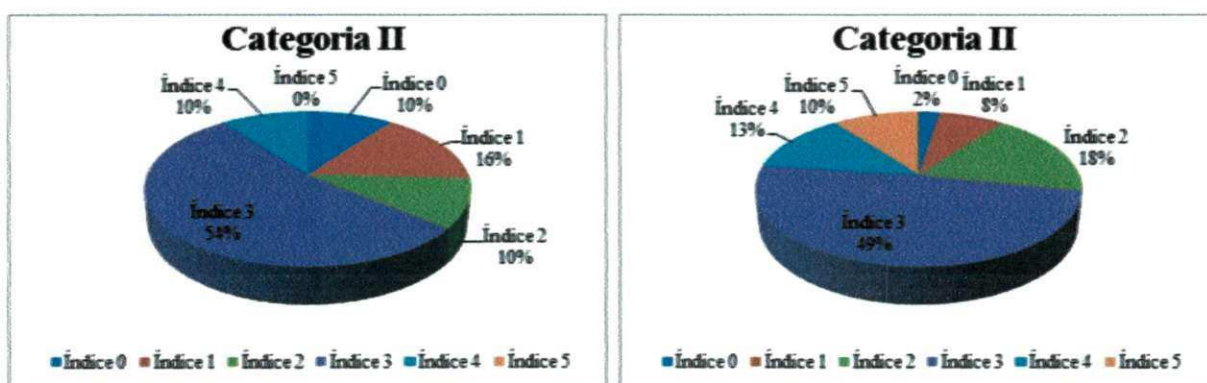


Gráfico 5 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 2 (Categoria II)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

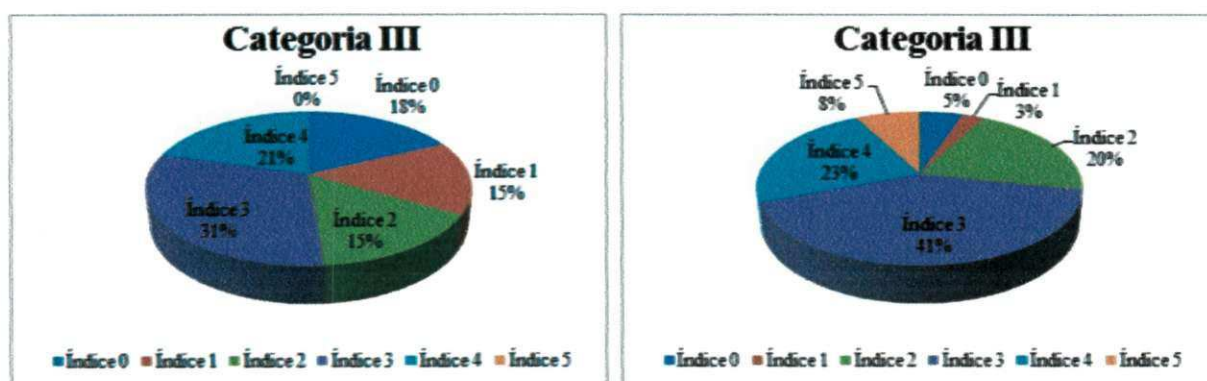


Gráfico 6 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 2 (Categoria III)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

Notamos que nos gráfico 4, gráfico 5 e gráfico 6 os percentuais da direita referentes à Segunda Via dos questionários, a qual foi aplicada após o uso dos experimentos e os percentuais da esquerda referentes à Primeira Via aplicada antes da experimentação, apresentam dados muitos parecidos, porém os percentuais da direita ainda nos mostra que a maioria os estudantes tiveram índices um pouco melhores em relação ao primeiro momento da pesquisa.



Gráfico 7 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 3 (Categoria I)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

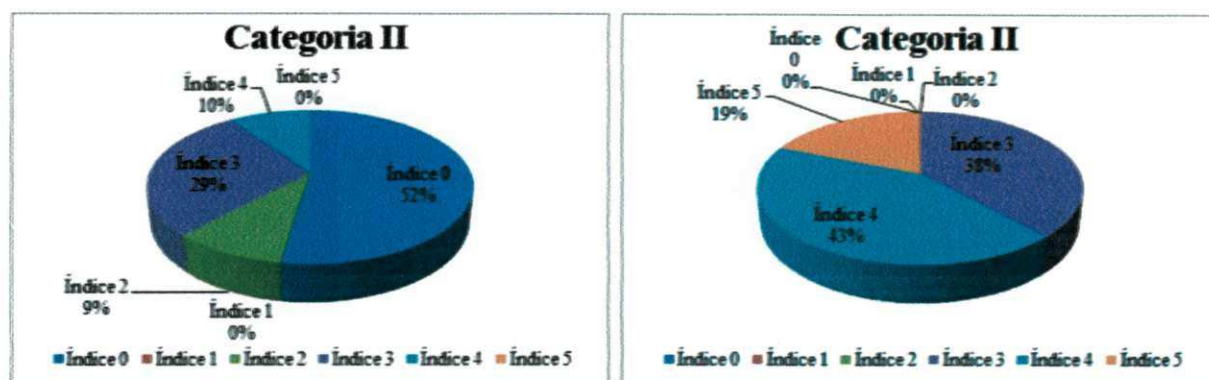


Gráfico 8 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 3 (Categoria II)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

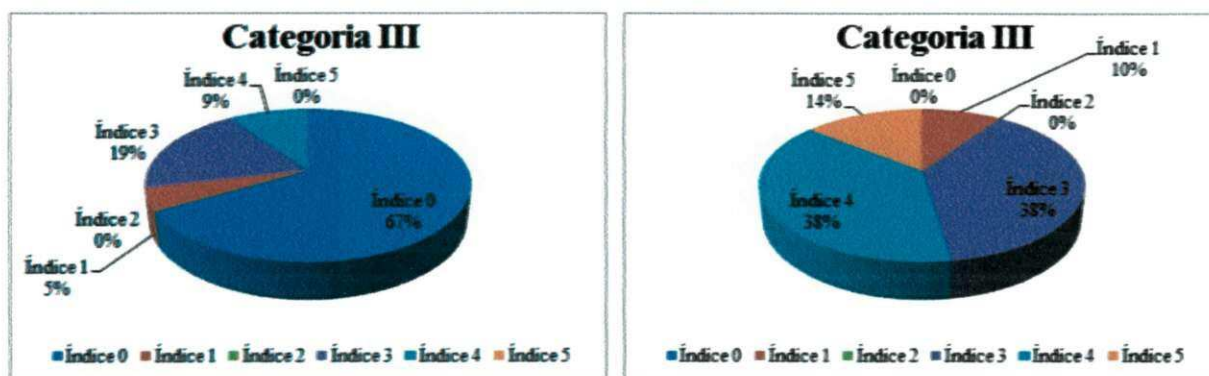


Gráfico 9 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 3 (Categoria III)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

Temos que nos gráfico 7, gráfico 8 e gráfico 9 os percentuais da esquerda referentes à Primeira Via dos questionários, a qual foi aplicada antes o uso dos experimentos, a maioria dos alunos obtiveram índices entre 0 e 3. Que foi inferior ao resultado dos percentuais da Segunda Via, onde a maioria obtiveram índices entre 3 e 5.

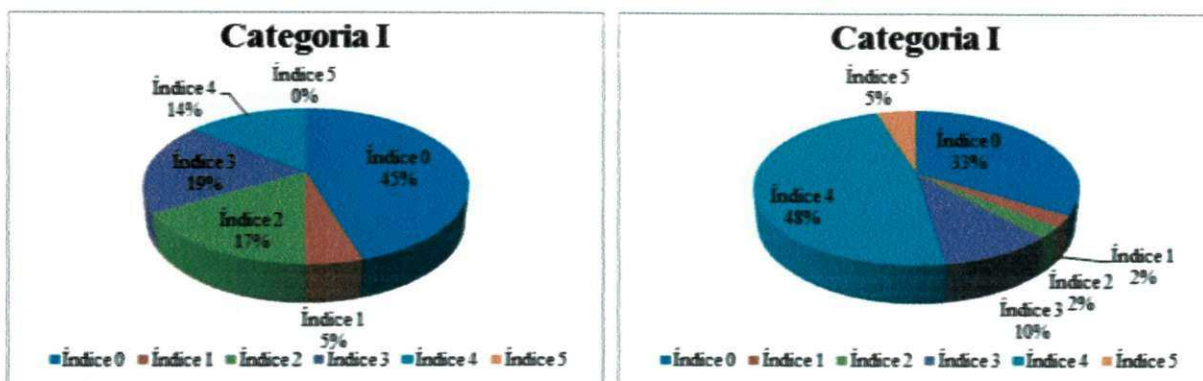


Gráfico 10 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 4 (Categoria I)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

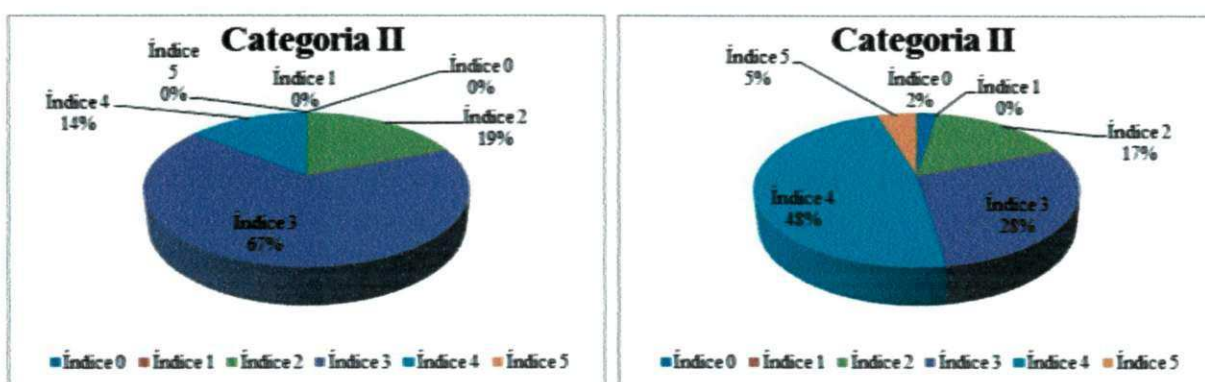


Gráfico 11 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 4 (Categoria II)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

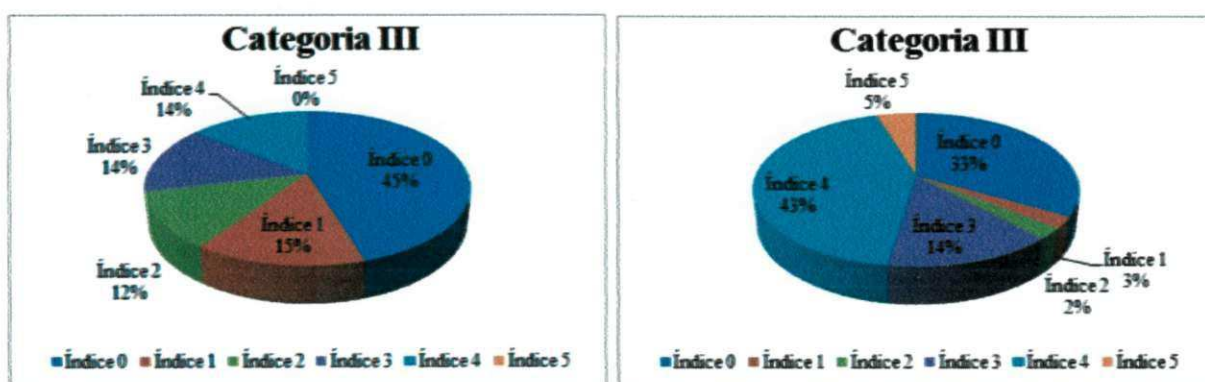


Gráfico 12 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 4 (Categoria III)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

Observamos que nos gráfico 10, gráfico 11e gráfico 12 os percentuais da esquerda referentes à Primeira Via dos questionários, a qual foi aplicada antes o uso dos experimentos, a maioria dos discentes obtiveram índices entre 0 e 3. E que os resultados dos percentuais da Segunda Via, onde a maioria obtiveram índices entre 3 e 4.

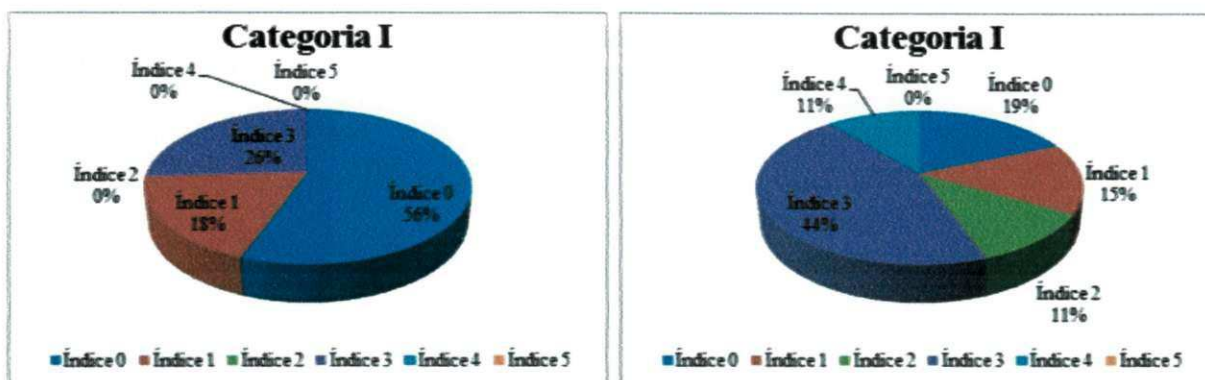


Gráfico 13 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 5 (Categoria I)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

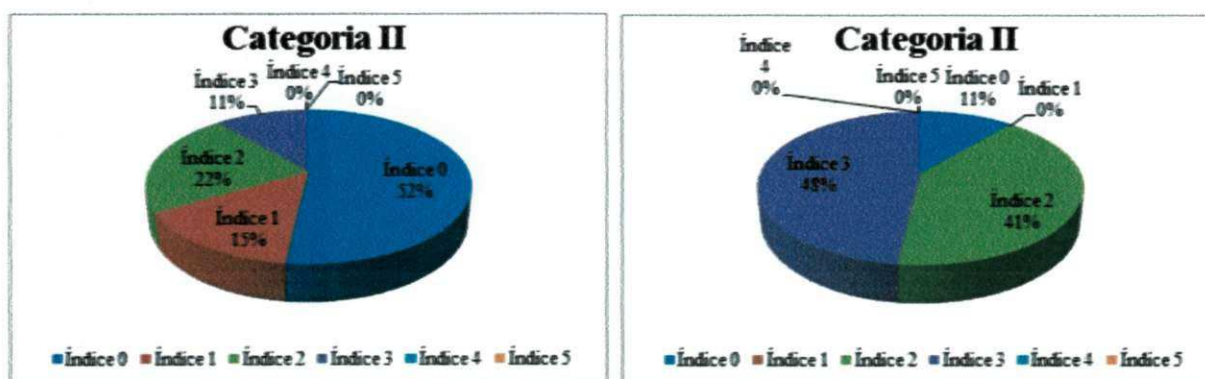


Gráfico 14 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 5 (Categoria II)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

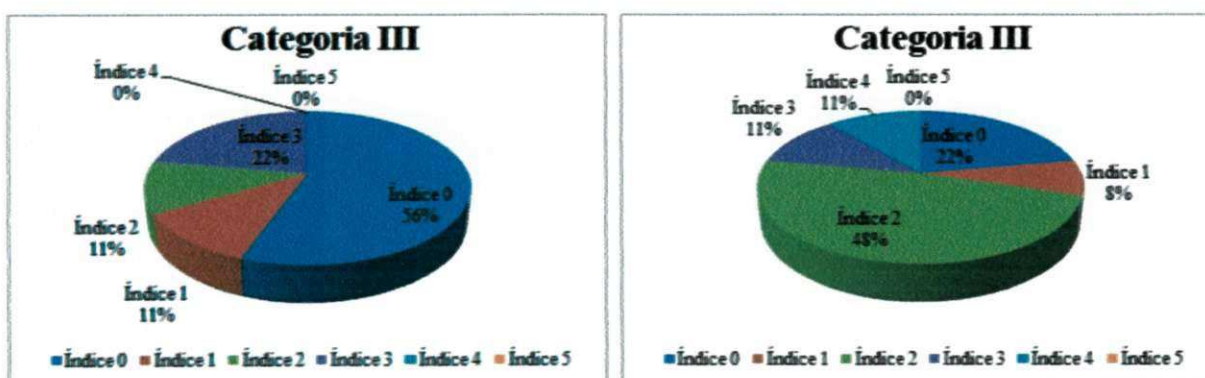


Gráfico 15 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 5 (Categoria III)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

Note que nos gráfico 13, gráfico 14 e gráfico 15 os percentuais da direita referentes à Segunda Via dos questionários, a qual foi aplicada posteriormente ao uso da experimentação, a maioria dos estudantes obtiveram índices entre 2 e 3. Observe ainda que os percentuais da Primeira Via, aplicada anteriormente a experimentação se mantiveram em sua grande maioria com índice 0.

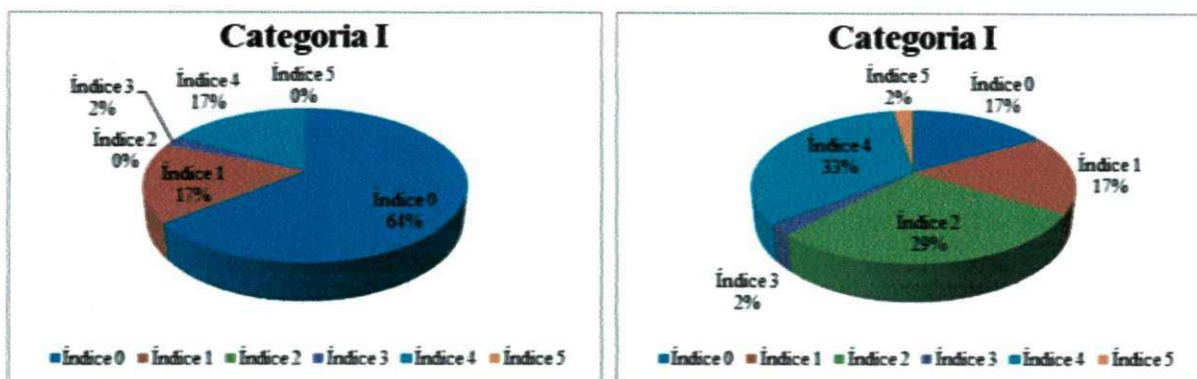


Gráfico 16 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 6 (Categoria I)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

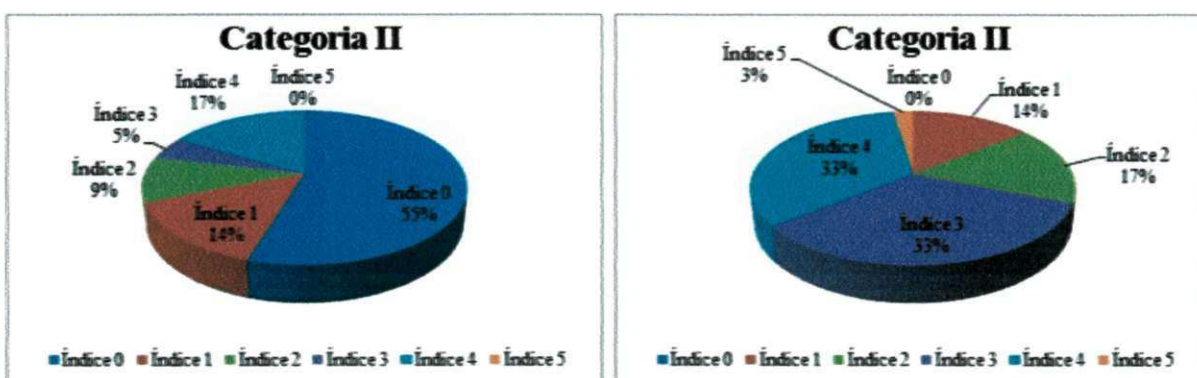


Gráfico 17 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 6 (Categoria II)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

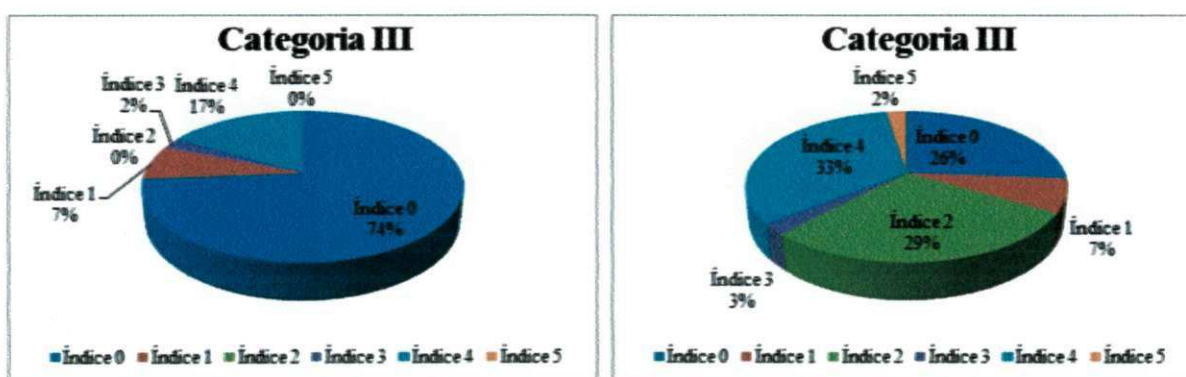


Gráfico 18 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 6 (Categoria III)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

Podemos observar que nos gráfico 16, gráfico 17 e gráfico 18 os percentuais da esquerda referentes à Primeira Via dos questionários, a qual foi aplicada antes do uso dos experimentos em sua grande maioria concentra-se no índice 0, enquanto os percentuais da direita referentes à Segunda Via aplicada após a experimentação, apresentam em sua grande maioria, índices entre 2 e 4.

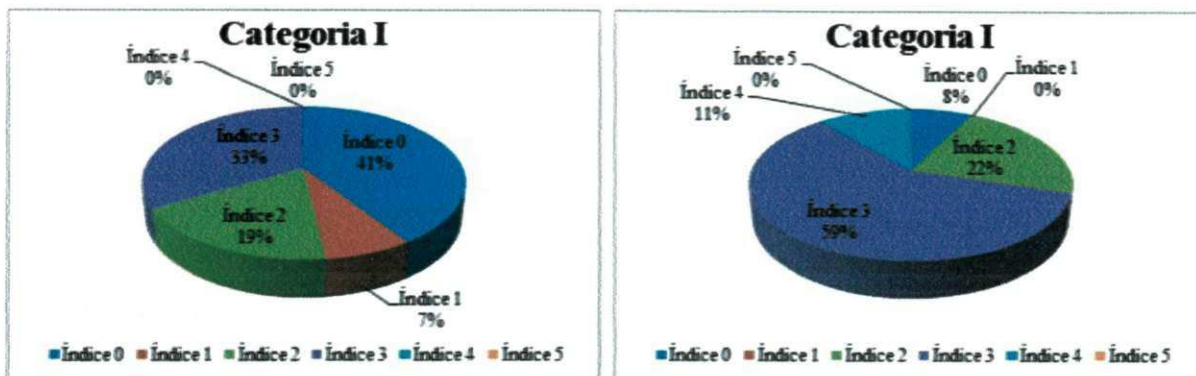


Gráfico 19 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 7 (Categoria I)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

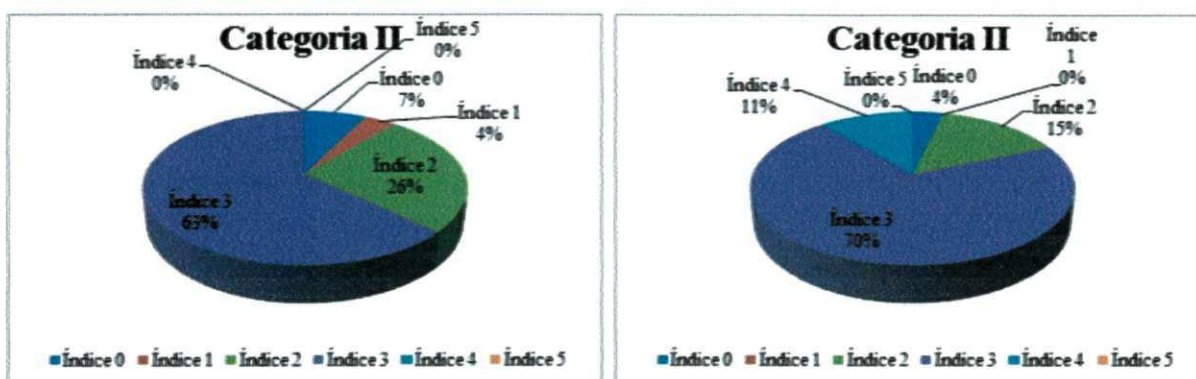


Gráfico 20 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 7 (Categoria II)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

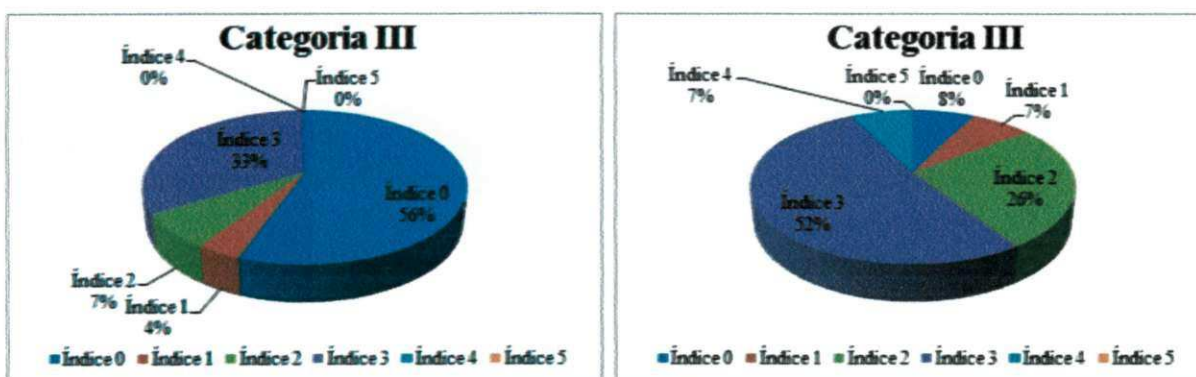


Gráfico 21 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 7 (Categoria III)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

Notamos que nos gráfico 19, gráfico 20 e gráfico 21 os percentuais da esquerda referentes à Primeira Via aplicada antes da experimentação e os percentuais da direita referentes à Segunda Via dos questionários, a qual foi aplicada após o uso dos experimentos, apresentam dados muito parecidos, porém os percentuais da direita ainda nos ressalta que a maioria os discentes tiveram índices um pouco melhores em relação ao primeiro momento da pesquisa.

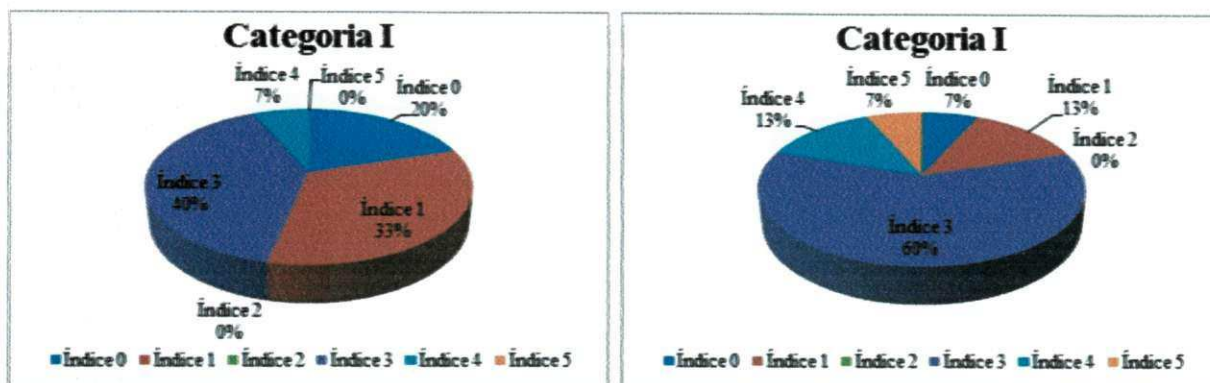


Gráfico 22 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 8 (Categoria I)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

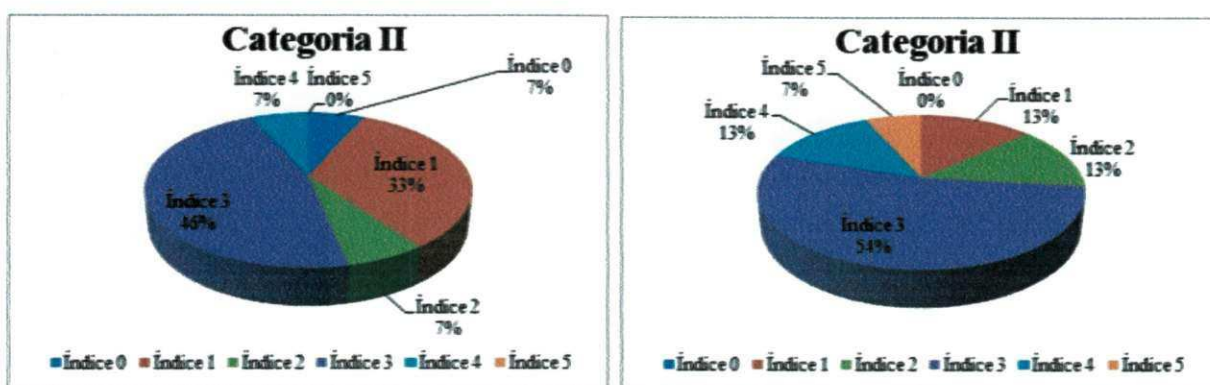


Gráfico 23 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 8 (Categoria II)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

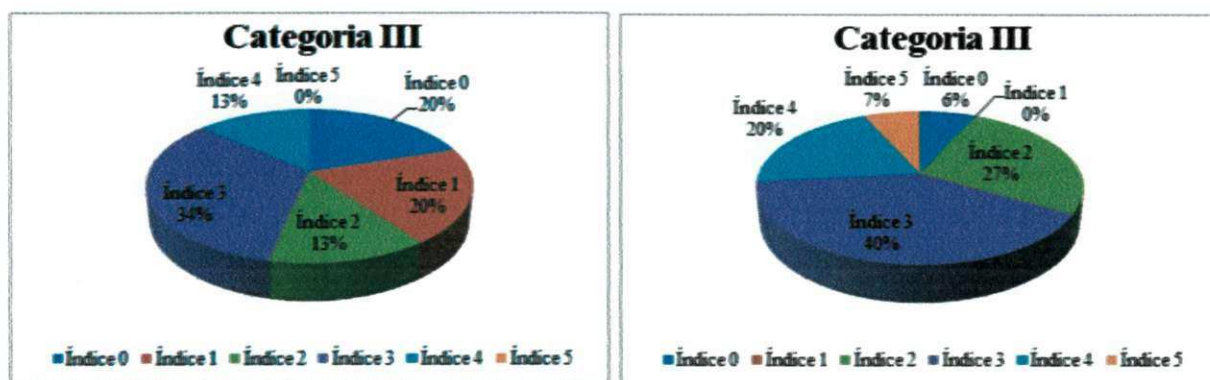


Gráfico 24 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 8 (Categoria III)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

Temos que nos gráfico 22 nos gráfico 23 e gráfico 24 os percentuais da esquerda referentes à Primeira Via aplicada anteriormente ao uso do experimentos, tem em sua maioria índices que variam entre 1 e 3, já os percentuais da direita referentes à Segunda Via dos questionários, a qual foi aplicada posteriormente ao uso dos experimentos, apresentam em sua maioria índices que variam entre 3 e 4.

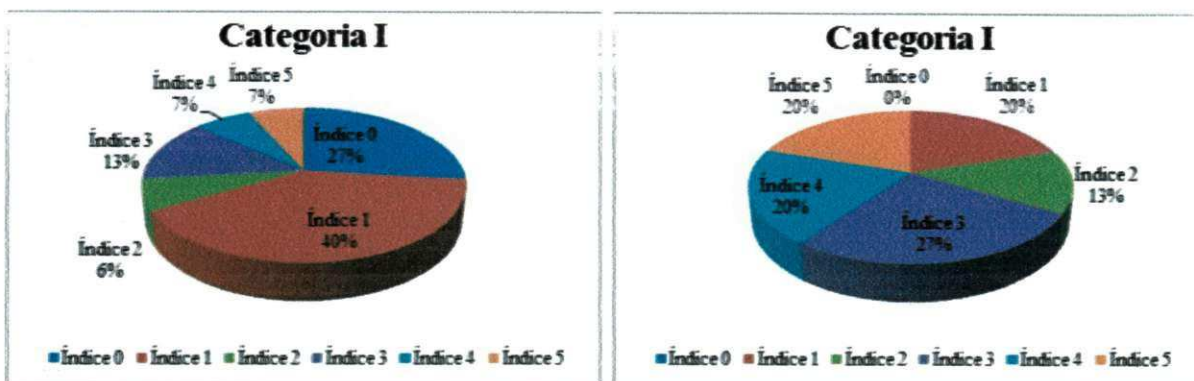


Gráfico 25 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 9 (Categoria I)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

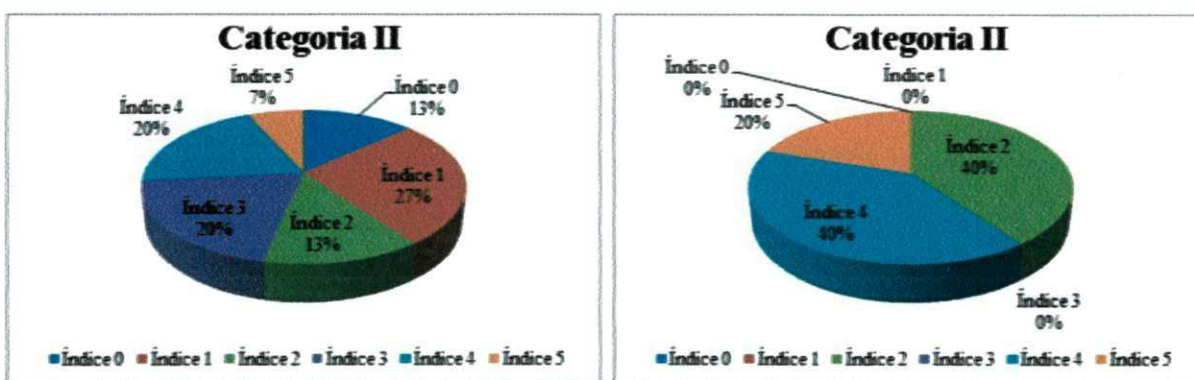


Gráfico 26 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 9 (Categoria II)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

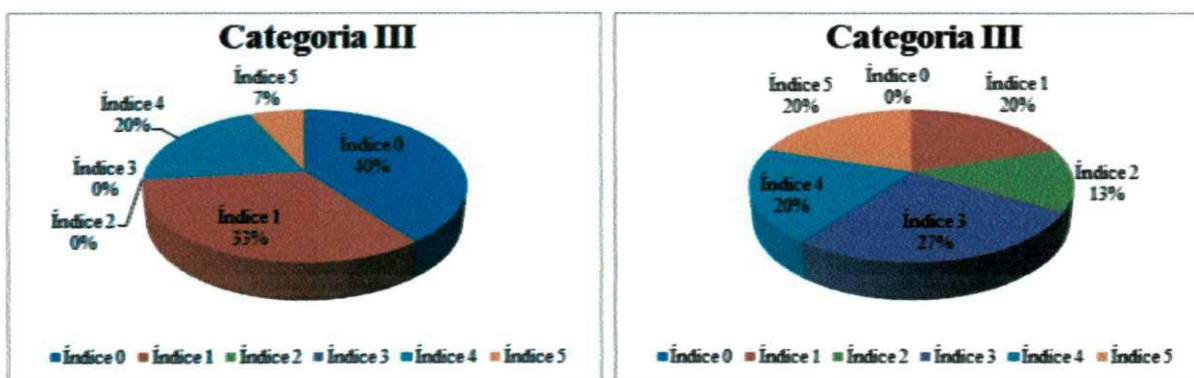


Gráfico 27 - Percentual dos índices do questionário do Roteiro 9 (Categoria III)– Primeira Via à esquerda e Segunda Via à direita.

Observamos que nos gráfico 25, gráfico 26 e gráfico 27 os percentuais da esquerda referentes à Primeira Via dos questionários, a qual foi aplicada antes o uso dos experimentos, a maioria dos discentes obtiveram índices entre 0 e 1. E que os resultados dos percentuais da direita referentes à Segunda Via, onde a maioria obtiveram índices entre 2 e 4.

Podemos observar de uma maneira geral, que grande parte dos discentes obtiveram melhores índices na Segunda Via dos questionários quando comparados com os índices da Primeira Via. Isto pode ter ocorrido pelo fato da Segunda Via dos questionários terem sido aplicados logo após os estudantes terem manuseado e interagido com os experimentos feitos com materiais de baixo custo. O que segundo *Spears e Zollman (1977)*, isto pode ocorrer pelo fato da utilização do laboratório estruturado apresenta para os estudantes representações das atividades desenvolvidas pelos cientistas, possibilitando que os alunos que tiveram esse tipo de contato obtivessem uma maior compreensão do processo científico.

Baseando-se na análise da Primeira Via e da Segunda Via dos questionários, observamos que, através dos experimentos aplicados em sala de aula os estudantes obtiveram uma aprendizagem significativa, ou seja, o uso dos experimentos aplicados facilitou o processo de ensino-aprendizagem dos alunos. Assim dando êxito ao nosso objetivo, no uso de experimentos de baixo custo para o ensino dos conceitos de Física.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos procedimentos utilizados, que na nossa pesquisa foi o experimental com o levantamento e o estudo de caso, como também por meio da metodologia aplicada que consistia na utilização de questionários elaborados a partir de materiais de baixo custo, como instrumento de coleta de dados, tentou-se analisar a influência da utilização destes experimentos na compreensão dos conceitos físicos, visando à melhoria do processo de ensino-aprendizagem dos alunos. Esta apresentação de uma situação-problema na forma de experimentos pode ser essencial para preparar os alunos para uma futura carreira profissional e para a vida, tornando-o um cidadão ativo e transformador, como podemos ver na LDB, nos PCN e nas OCEM. Realizamos a análise de conteúdo, que nos permitiu alcançar nossos objetivos, nos quais podemos citar: analisar se o uso de experimentos com materiais de baixo custo é capaz de promover uma aprendizagem significativa. Na qual tivemos a confirmação de que a aprendizagem foi significativa.

O tema discutido na nossa pesquisa é algo que vem despertando o interesse de muitos professores e educadores de todo o país, motivados pela grande indiferença que muitas vezes os estudantes demonstram em relação às disciplinas das Ciências Exatas. Assim, buscam-se meios alternativos como experimentos e peças teatrais para cativar esta grande demanda de discentes, o que é proposto pelos PCN - Ensino Médio, possibilitando o maior proveito na aprendizagem escolar e cotidiana. Devemos salientar que o uso da instrumentação é uma forma de buscar alcançar aquilo que é proposto pelos documentos educacionais.

Avaliando a análise de conteúdo que comparava as respostas dadas pelos estudantes nas primeiras vias e nas segundas vias dos questionários, constatamos que a utilização de experimentos de baixo custo no processo de ensino-aprendizagem dos educandos de uma forma geral, demonstrou-se bastante eficaz, facilitando a compreensão dos conceitos físicos por parte dos discentes e incentivando-os a terem maior afeição pela área da Física, assim como proporcionou a eles uma ideia sobre o que é o método científico, deste modo dando subsídios para que os alunos desenvolvam habilidades e competências nesta área, o que é exigido pelos PCN, PCN + e sugerido pelas OCEM.

Pesquisas do mesmo gênero sempre devem ser incentivadas, pois novas variáveis podem ser descobertas, dando melhor embasamento para o trabalho do professor na sala de aula, contribuindo com o processo de ensino-aprendizagem dos alunos.

REFERÊNCIAS

ARELARO, Lisete Regina Gomes. **Resistência e Submissão. A reforma educacional na década de 1990.** In: Nora Krawczyk, Maria Malta Campos, Sergio Haddad, (organizadores). *O cenário educacional latino-americano no limiar do século XXI: reformas em debate –* Campinas, SP: Autores Associados, 2000.

AUSUBEL, D. P. et al. **Psicologia Educacional.** Rio Janeiro: Interamericana, 1980. 625p.

AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D., HANESIAN, H., **Educational Psychotogy: A Cognitive View.** *New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc., 1978.*

BALDWIN, A.L. **Personal structure analysis: a statistical method for investigating the single personality,** *J. abnorm. soc. Psychol., 1942.*

BARDIN, L. (1977). **Análise de Conteúdo.** Lisboa, Portugal: Edições 70.

BERNARDES, Betina. **MEC lança livros para orientar professores.** Folha de São Paulo. Sucursal de Brasília, 1997. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/fsp/1997/10/16/cotidiano/9.html>>. Acesso em: 22 de maio de 2014.

Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. Centro de Documentação e Informação. **LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – 5ª edição.** Brasília, 2010.

Brasil. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais – Educação Básica.** Brasília: 2001.

Brasil. **Diretrizes Curriculares Nacionais – Educação Básica: introdução aos parâmetros curriculares nacionais.** Secretaria de Educação Fundamental. - Brasília: MEC/SEF, 1997.

Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: Ministério da Educação. Brasília: 2006.

Brasil. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias.** Brasília: MEC, 2002.

Brasil. **Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais.** Secretaria de Educação Fundamental. - Brasília: MEC/SEF, 1997.

Brasil. Senado Federal. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN): LEI nº 9394,** de 20 de dezembro de 1996. Brasília.

BRUNER, J., **Uma Nova Teoria de Aprendizagem.** Rio de Janeiro: Bloch Editores, 1976.

DEMO, Pedro. **A nova LDB: ranços e avanços**. 13 ed. Campinas, SP: Papirus, 2002.

DELFINO, H. **Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs)**. Disponível em: <<http://www.recantodasletras.com.br/artigos/882494>>. Acesso em: 30 de maio de 2014.

Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, Resolução CEB nº 2 de 20 de janeiro de 2012.

FERREIRA, Berta Weil. **Análise de Conteúdo**. Revista Aletheia: Revista do Curso de Psicologia, Canoas, n. 11, 2000.

FONSECA, Marília. O Banco Mundial e a Educação: Reflexões sobre o caso brasileiro. IN: Gentili, Pablo. (Org.). **Pedagogia da exclusão: o neoliberalismo e a crise da escola pública**. (crítica ao neoliberalismo na educação) Petrópolis. RJ: Vozes, 1995. p. 77-108.

FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria. **Educação básica no Brasil na década de 1990: subordinação ativa e consentida à lógica do mercado**. Educação e Sociedade, Campinas, v. 24, n. 82, 2003.

GALLAGHER, J. J., **A System of Topic Classification**. Urbana Illinois: University of Illinois, 1966.

GEORGE, A.L. **Quantitative and qualitative approaches to content analysis**, em I, de Sola Pool, op. cit., 1959.

LACERDA, Caroline Côrtes. **Problemas de Aprendizagem no Contexto Escolar: Dúvidas ou Desafios?** Disponível em: <<http://www.psicopedagogia.com.br/artigos/artigo.asp?entrID=1157>>. Acesso em: 15 junho de 2014.

Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica (SEB), Departamento de Políticas de Ensino Médio. **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2004.

Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM). Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 15 de junho de 2014.

MOREIRA, M.A; **Aprendizagem significativa**. Brasília: Unb, 1999a. 129p.

MOREIRA, M.A; **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1999b. 195p.

MOREIRA, M.A; **Observações e Comentários sobre Dois Sistemas de Instrução Individualizada**, *Revista Brasileira de Física*, Vol. 3, 1973.

MOREIRA, M.A; GONÇALVES, E.S, **Laboratório Estruturado Versus Não Estruturado: Um Estudo Comparativo em um Curso Individualizado**, *Revista Brasileira de Física*, Vol. 10, 1980 a.

MOREIRA, M.A; GONÇALVES, E.S, **Laboratório Estruturado Versus Não Estruturado: Um Estudo Comparativo em um Curso Convencional**, *Revista Brasileira de Física*, Vol. 10, 1980b.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Learning how to learn**: New York: Cambridge University Press, 1989. 199p.

ROMEY, W. D., **Inquiry Techniques for Teaching Science**. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, 1968.qe

SAVIANI, Dermeval. **A nova lei da educação: trajetória, limites e perspectivas**. 5 ed. Campinas (SP): Autores Associados, 1999. (Coleção educação contemporânea).

Sociedade Brasileira de Física – SBF. **PCN + Ensino Médio**. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_CNMT.pdf>. Acesso em: 22 de janeiro de 2015.

SPEARS, J.; ZOLLMAN, D., **The Influence of Structured versus Unstructured Laboratory on Students' Understanding the Process of Science**. *Journal of Research in Science Teaching*, 24 (1):33-38 (1977).

VIGOTSKI, L. S. (2000). **Pensamento e linguagem**. - 2 a. ed. – São Paulo: Martins Fontes.

Wikipédia: a enciclopédia livre. **Lista de presidentes do Brasil**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Anexo:Lista_de_presidentes_do_Brasil>. Acesso em: 15 de outubro de 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE A– Roteiros dos Experimentos

ROTEIRO 1: BOLHAS CONFINADAS - Movimento com Velocidade Constante

Objetivo:

- Identificar grandezas relevantes para a observação do movimento.
- Caracterizar as variações de algumas dessas grandezas, fazendo estimativas, realizando medidas, escolhendo equipamentos e procedimentos adequados para tal.
- Observar um fenômeno onde objetos se deslocam com velocidade constante.

Caracterização:

Este experimento serve para mostrar que, para um objeto que se move com velocidade constante, a velocidade média será sempre a mesma independentemente do percurso percorrido.

Aplicação Prática:

São Paulo, quinta-feira, 22 de março de 2012. Folha de S.Paulo cotidiano

Novo sistema de pedágio por km rodado permitirá também saber se motorista percorreu trecho em tempo menor que previsto. Um dos objetivos é evitar que condutor reduza velocidade apenas quando estiver próximo a radares.

JOSÉ BENEDITO DA SILVA
DE SÃO PAULO

O governo de São Paulo vai começar, provavelmente em 2013, a multar os motoristas com base na velocidade média que eles desenvolverem em um determinado trecho.

Hoje, o condutor é multado apenas se for flagrado acima da velocidade permitida no ponto onde houver radar.

A nova autuação será possível com o início da cobrança de pedágio por km rodado, baseada na leitura de chip no veículo, chamado "tag".

A leitura, por meio de sensores ao longo da via, permitirá detectar quando um veículo entra ou sai da rodovia e ainda a velocidade média desenvolvida em um trecho.

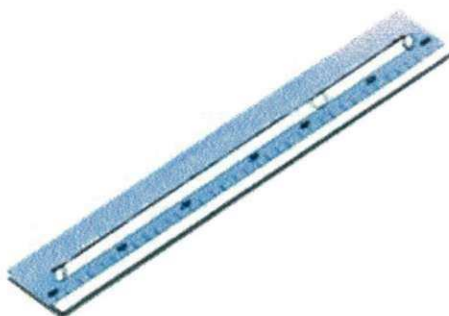
Por exemplo: se o motorista percorrer 90 km em uma hora em via cuja velocidade máxima é de 80 km/h, é porque dirigia acima do limite.

Material Necessário:

- Uma régua de 50 cm
- 50 cm de mangueira (tubo) transparente de 4 mm de diâmetro
- Tesoura
- Um pedaço de borracha
- Água
- Um relógio ou cronometro
- Lacs enforca gato

Montagem:

- Corte pequenos pedaços de borrachas de forma que tenham o diâmetro interno da mangueira.
- Vede com os pedaços de borracha um dos lados da mangueira.
- Encha a mangueira com a água.
- Encha até restar um pequeno espaço vazio.
- Feche o sistema, colocando a borrachinha verticalmente de modo que ela empurre o líquido para baixo e que ao virar a mangueira de cabeça para baixo *verifique-se uma bolha subindo*.
- Prenda a mangueira paralelamente sobre a régua.

Esquema Geral de Montagem:**Procedimentos:**

Para o experimento iremos proceder da seguinte maneira:

- 1° Os alunos devem responder a primeira via do questionário na parte final do roteiro.
- 2° Colocaremos o conjunto régua- mangueira em certa inclinação de modo que a bolhinha se movimente (*sempre usar a mesma inclinação*).
- 3° Anotaremos os dados da tabela conforme o experimento.
- 4° Discussão sobre os fenômenos físicos envolvidos.
- 5° Os alunos devem responder a segunda via do questionário na parte final do roteiro.

Tabela de dados:

Posição inicial (m)	Posição final (m)	Tempo inicial (s)	Tempo final (s)	Velocidade (m/s)

Questionário: Primeira Via

1) O que você entende por velocidade e qual a sua unidade de medida no S.I.?

2) O que é velocidade média e do que ela depende?

3) O que é velocidade instantânea?

Questionário: Segunda Via

1) O que você entende por velocidade e qual a sua unidade de medida no S.I.?

2) O que é velocidade média e do que ela depende?

3) O que é velocidade instantânea?

ROTEIRO 2: SEGREDO DA CAIXA - A influência do peso no atrito

Objetivos:

- O experimento visa mostrar que há relação entre a força de atrito que age em um objeto e o peso desse objeto.
- Identificar grandezas relevantes para a observação do movimento.

Caracterização:

A ideia do experimento é descobrir se a força de atrito entre a caixa e a mesa aumenta quando aumenta o peso que a caixa aplica sobre a mesa. Na iminência do movimento (a caixa está quase se movendo) a força que é aplicada é igual à força de atrito (porque a caixa ainda está parada). Nestas condições pode-se medir a intensidade da força de atrito pela dilatação do elástico. Então, se dentro da caixa estiverem dois objetos iguais, o elástico alongará o dobro do que alongaria se ali estivesse apenas um, caso a força de atrito seja proporcional ao peso dentro da caixa.

Aplicação Prática:

Cemitério dos Físicos

Sábado, 21 de julho de 2012

Força de Atrito na Natação

A força de atrito está presente tanto no cotidiano, como nos esportes. Na natação, o atrito é o que impede o melhor desempenho dos atletas. Para ser mais rápido, o atleta deve **eliminar ao máximo a resistência da água em seu corpo**.

O atrito ocorre quando o **nadador entra em contato com a água nadando, e a mesma adere ao corpo do atleta e se desloca junto com ele, porém no sentido contrário**. Esta força contraditória faz o nadador perder segundos preciosos.

O polêmico maiô LZR Racer, desenvolvido pela NASA, é feito com tecido ultrafino que repele a água e comprime os músculos. Assim, o nadador desliza com mais eficiência e menos esforço. No Mundial de 2008 em Roma, dos 19 recordes mundiais quebrados, 18 foram com o maiô.

Depois do Mundial, os maiôs foram proibidos pela FINA (Federação Internacional de Natação).

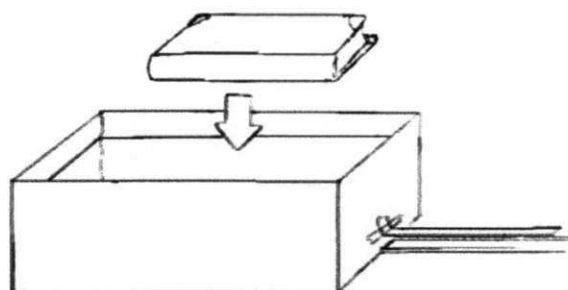
Material Necessário:

- Uma caixa de sapatos ou embalagem de pizza;
- Um elástico (7cm são suficientes. Os elásticos achatados são melhores que os roliços para esse experimento);
- Uma régua;

- Fita adesiva;
- Dois objetos de massas iguais.

Montagem:

- Ponha a caixa de sapatos ou embalagem de pizza sobre uma mesa limpa.
- Prenda o elástico à caixa com ajuda da fita adesiva.
- Ponha um objeto dentro da caixa e puxe o elástico até que ele fique esticado (mas não distendido). Faça uma marquinha no elástico com a caneta. Ela será seu indicador.
- Faça uma reta na mesa ao longo da direção do elástico e marque, na mesa, o local apontado pelo indicador.
- Deslize a régua sobre a reta (para que ela não atrapalhe o movimento da caixa) até que ela marque zero centímetro na marca que você fez.

Esquema Geral de Montagem:**Procedimentos:**

Para o experimento iremos proceder da seguinte maneira:

- 1° Os alunos devem responder a primeira via do questionário na parte final do roteiro.
- 2° Puxe o elástico até o ponto em que a caixa está quase se movendo. Neste momento meça a dilatação do elástico.
- 3° Ponha o outro objeto dentro da caixa e repita a experiência.
- 4° Discussão sobre os fenômenos físicos envolvidos.
- 5° Os alunos devem responder a segunda via do questionário na parte final do roteiro.

ENTREGAR A FOLHA DOS QUESTIONÁRIOS AO PROFESSOR (Roteiro 2)**Questionário: Primeira Via**

1) O que você entende por força de atrito e qual a sua unidade de medida no S.I?

2) Do que depende a força de atrito?

3) Cite três exemplos de situações em que há força de atrito no seu dia-a-dia.

Questionário: Segunda Via

1) O que você entende por força de atrito e qual a sua unidade de medida no S.I?

2) Do que depende a força de atrito?

3) Cite três exemplos de situações em que há força de atrito no seu dia-a-dia.

ROTEIRO 3: CANHÃO DE BORRACHINHA - Princípio da Conservação da Quantidade de Movimento Linear

Objetivos:

- Mostrar que num sistema onde inicialmente não existe movimento nenhum e então duas partes diferentes do sistema começam a se movimentar, existe uma compensação: os movimentos ocorrem na mesma direção, porém em sentidos opostos.
- Identificar grandezas relevantes para a observação do movimento.

Caracterização:

O experimento consiste em construir um sistema muito similar a um canhão real. Um elástico de dinheiro é disposto sobre a base de madeira como se fosse uma atiradeira que está prestes a impulsionar o projétil. A linha de costura e o palito de fósforo servem para disparar o "tiro" com a menor interferência possível.

Aplicação Prática:

Escola Brasil:

Airbags

O airbag é formado basicamente de três partes: um saco inflável de material plástico, um gerador de gás dotado de sensores com microprocessador e um sistema de disparo elétrico.

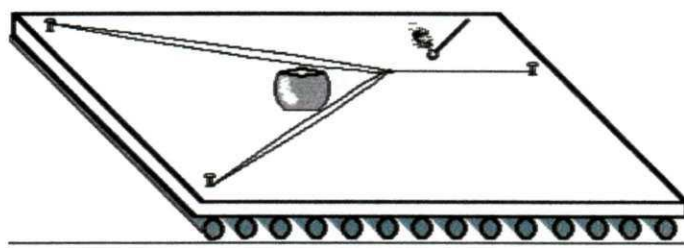
Considere duas colisões idênticas, mas leve em conta que em apenas uma das situações o carro possui airbag. A colisão motorista x airbag tem uma duração muito maior do que a colisão motorista x painel. Para os dois casos, a variação da quantidade de movimento do motorista é a mesma, mas o tempo que este leva para parar é muito maior na situação com airbag, resultando, assim, em menor força. Em termos numéricos, o airbag pode aumentar o tempo de colisão em até dez vezes. Tempos típicos de parada seriam 0,05 segundo sem airbag- e 0,5 segundo com airbag. A força que atua no motorista é dez vezes menor com o uso do aibags.

Material Necessário:

- Uma tábua leve de 15x10 cm (escolha a madeira mais leve possível);
- Três parafusos ou pregos pequenos;
- Um elástico de dinheiro;
- Linha de costura;
- Fósforos;
- Projétil (pode ser qualquer coisa possível de ser atirada pelo elástico);
- Lápis (A quantidade deve ser tal que permita a base de madeira se deslocar).

Montagem:

- Prepare a madeira, de forma que ela fique a mais lisa possível, retirando todas as farpas e possíveis defeitos;
- Numa das bordas de menor largura fixe dois parafusos nos cantos da placa, e no centro da borda oposta, o outro parafuso;
- Passe cada uma das pontas da borrachinha pelos parafusos da extremidade que contém dois parafusos;
- Amarre no centro do elástico um pedaço de linha;
- Puxando a borrachinha pela linha, estique-a na direção do parafuso que está no centro da outra extremidade, e enrole a linha nele, para que fique preso e esticado. Não encoste a borrachinha no parafuso deixe uma folga de mais ou menos um centímetro;
- Coloque algo que sirva de projétil dentro do vértice em V formado pela borrachinha esticada;
- Coloque os lápis sobre a mesa, um paralelo ao outro formando uma espécie de caminho por onde o canhão deverá se deslocar após o tiro;
- Coloque o conjunto já montado sobre a esteira de lápis.

Esquema Geral de Montagem:**Procedimentos:**

Para o experimento iremos proceder da seguinte maneira:

- 1º Os alunos devem responder a primeira via do questionário na parte final do roteiro.
- 2º Com o fósforo queime a linha, sem que o palito ou você encoste-se ao experimento.
- 3º Discussão sobre os fenômenos físicos envolvidos.
- 4º Os alunos devem responder a segunda via do questionário na parte final do roteiro.

ENTREGAR A FOLHA DOS QUESTIONÁRIOS AO PROFESSOR (Roteiro 3)**Questionário: Primeira Via**

1) O que você entende por Conservação da Quantidade de Movimento Linear?

2) Do que depende a Conservação da Quantidade de Movimento Linear?

3) O que ocorre cada vez que um canhão dispara um projétil? Justifique.

Questionário: Segunda Via

1) O que você entende por Conservação da Quantidade de Movimento Linear?

2) Do que depende a Conservação da Quantidade de Movimento Linear?

3) O que ocorre cada vez que um canhão dispara um projétil? Justifique.

ROTEIRO 4: QUEDAS IGUAIS - Queda livre

Objetivos:

- Mostrar que, independentemente da massa dos objetos, eles sempre demoram o mesmo tempo para chegar ao chão, se soltos da mesma altura.
- Identificar grandezas relevantes para a observação do movimento.

Caracterização:

O experimento consiste em observar a queda de pares de objetos com massas diferentes. Neste experimento, temos dois objetos de massas diferentes: uma borracha e uma bolinha de papel.

Aplicação Prática:

Google desenvolve simulador de paraquedismo

10 de maio de 2013 Por TG

Participantes da conferência anual da empresa poderão experimentar a sensação de estar em queda livre

Na Google I/O, conferência anual de desenvolvedores do Google, do ano passado, um grupo de paraquedistas, usando o Google Glass pousou no telhado do prédio onde era realizado o encontro, na sede da empresa, nos Estados Unidos. Para este ano, quem participar da I/O, marcada para ocorrer entre os dias 15 e 17 de maio, poderá experimentar a sensação de saltar de paraquedas. Numa parceria com a Instrument, o Google criou um simulador de paraquedismo que se aproveita dos dados do Google Maps e mais sete telas enormes para dar ao usuário a impressão de estar em queda livre, captando os movimentos de braços, cabeça e tronco.



Material Necessário:

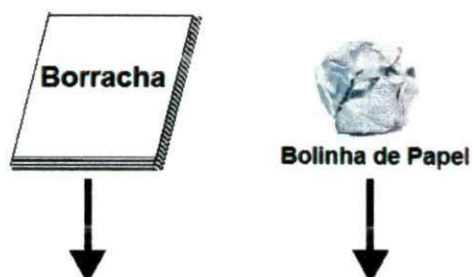
- Uma tampa de caixa de sapato ou de embalagem de pizza;
- Uma borracha;
- Uma bolinha de papel.

OBS: A borracha e a bolinha de papel devem ter massas diferentes.

Montagem:

- Ponha a bolinha de papel e a borracha sobre a tampa;
- Levante o conjunto bolinha de papel, borracha e tampa a certa altura.

Esquema Geral de Montagem:



Procedimentos:

Para o experimento iremos proceder da seguinte maneira:

- 1° Os alunos devem responder a primeira via do questionário na parte final do roteiro.
- 2° Colocaremos a borracha e bolinha de papel em uma mesma altura e depois as soltamos ao mesmo tempo.
- 3° Colocaremos o conjunto borracha, bolinha de papel e tampa em certa altura e depois soltamos todo o conjunto.
- 4° Discussão sobre os fenômenos físicos envolvidos.
- 5° Os alunos devem responder a segunda via do questionário na parte final do roteiro.

ENTREGAR A FOLHA DOS QUESTIONÁRIOS AO PROFESSOR (Roteiro 4)**Questionário: Primeira Via**

1) O que você entende por movimento de queda livre?

2) Do que depende o movimento de queda livre e qual a unidade de sua dependência no S.I?

3) Se soltarmos uma bola de gude e uma bola de papel de certa altura no vácuo. Qual bola chega ao chão primeiro? Justifique.

Questionário: Segunda Via

1) O que você entende por movimento de queda livre?

2) Do que depende o movimento de queda livre e qual a unidade de sua dependência no S.I?

3) Se soltarmos uma bola de gude e uma bola de papel de certa altura no vácuo. Qual bola chega ao chão primeiro? Justifique.

ROTEIRO 5: GIRA-GIRA - A velocidade de um objeto descrevendo uma curva**Objetivos:**

- Mostrar que qualquer objeto em movimento circular não tende a sair pela linha que o liga ao centro da curva, quando liberado das forças que lhe impõem este movimento circular.
- Identificar grandezas relevantes para a observação do movimento.
- Levar os estudantes a compreensão do conceito de força centrípeta.

Caracterização:

O experimento consiste em uma bolinha de gude girando numa tampa de embalagem de pizza cuja borda tem um corte do exato tamanho da bolinha. O que se imagina sobre algo que está girando é que este tende a sair em linha reta na direção do centro. Seguindo este raciocínio, quando a bolinha está girando ela não sairá da tampa porque a borda a impede. Então quando ela passa pelo corte na borda, deverá sair da tampa como se estivesse sendo atirada para fora; mas o inesperado acontece: a bolinha cruza a abertura, não sai da tampa e continua a girar.

Aplicação Prática:**Brinquedo Chapéu Mexicano**

É um brinquedo comumente encontrado em parques de diversão. O objeto é composto por duas partes principais: a primeira é um disco onde são fixados cabos de aço com cadeiras destinadas aos usuários; a segunda, um cilindro que apoia o centro do disco no chão. Em funcionamento o brinquedo inicia um movimento no sentido circular, elevando, assim, os usuários a uma determinada altura, como demonstrado na Figura I.



Figura I: Brinquedo Chapéu Mexicano

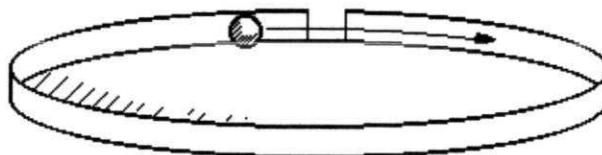
Material Necessário:

- Uma embalagem de pizza (deve ser de embalagens circulares);
- Tesoura;
- Uma bolinha de gude.

Montagem:

- Use uma das duas partes da embalagem da pizza.
- Recorte um pedaço da borda igual ao diâmetro da bolinha de gude.
- Provoque o movimento da bolinha e então observe o que acontece.

OBS: O buraco deve ter as dimensões da bolinha de gude.

Esquema Geral de Montagem:**Procedimentos:**

Para o experimento iremos proceder da seguinte maneira:

- 1° Os alunos devem responder a primeira via do questionário na parte final do roteiro.
- 2° Neste momento os aprendizes realizam a montagem do experimento.
- 3° Fazer com que a bolinha de gude gire na embalagem de pizza (*tente mudar a velocidade gradativamente*).
- 4° Discussão sobre os fenômenos físicos envolvidos.
- 5° Os alunos devem responder a segunda via do questionário na parte final do roteiro.

ENTREGAR A FOLHA DOS QUESTIONÁRIOS AO PROFESSOR (Roteiro 5)**Questionário: Primeira Via**

1) O que você entende por força e qual a sua unidade de medida no S.I?

2) O que é força centrípeta e do que ela depende?

3) O que ocorre com um objeto que esta em movimento circular quando as forças sobre ele são cessadas?

Questionário: Segunda Via

1) O que você entende por força e qual a sua unidade de medida no S.I?

2) O que é força centrípeta e do que ela depende?

3) O que ocorre com um objeto que esta em movimento circular quando as forças sobre ele são cessadas?

ROTEIRO 6: SUBMARINO NA GARRAFA - Princípio de Arquimedes

Objetivos:

- Demonstração do princípio de funcionamento de um submarino, representado o Princípio de Arquimedes.
- Identificar grandezas relevantes para a observação do experimento.
- Levar os educandos a compreensão do conceito de empuxo.

Caracterização:

A ideia é representar o funcionamento de um submarino, de modo a observar uma aplicação do conceito de empuxo. O experimento consiste inicialmente em mergulharmos a caneta na garrafa cheia de água. Quando mergulhada, a parte superior da caneta deverá ficar no mesmo nível que a superfície da água na garrafa. Isto se deve ao empuxo exercido pela água, que age no sentido vertical de baixo para cima, ser maior que o peso, que puxa para baixo. Após o fechamento, ao apertarmos a garrafa, a caneta irá afundar e desapertando ela retornará para cima. A explicação para este fato está relacionada à densidade da caneta. Ou seja, quando a densidade da caneta for maior que a da água, a intensidade da força empuxo será menor que o da força peso e a caneta afunda. Se a densidade da água for maior que a da caneta, o empuxo sobre a caneta terá intensidade maior que o peso e a caneta subirá.

O que se pode observar é que, quando apertamos a garrafa estamos fornecendo uma quantidade de pressão a todos os pontos da água no seu interior. Com esse aumento de pressão, a água da garrafa penetrará na caneta através do furinho e fará com que a massa da caneta aumente. Com esse aumento de massa, a caneta terá uma densidade maior que a da água e afundará. Ao descomprimirmos a garrafa, a pressão volta ao normal, então sai água da caneta e a densidade da caneta fica menor que a da água. Novamente, fazendo com que ela suba. Este experimento só é possível devido à caneta não estar completamente cheia, ou seja, restando um pouco de ar no seu interior.

Aplicação Prática:

Defesa Aérea e Naval

Armada Española, Navantia, S-80, Submarino classe S-80

Vinicius Castro

Os engenheiros espanhóis da Navantia projetaram o submarino não nuclear mais avançado do mundo, o S-80. O submarino está em construção no estaleiro de Cartagena para a Marinha espanhola com um orçamento de 2,2 bilhões de euros.

Considerado um dos mais avançados submarinos de propulsão diesel-elétrico, ele irá realizar operações de superioridade naval, proteção, monitoramento e transporte em águas costeiras. O S-80 SSK tem um comprimento máximo de 71,05 metros e deslocamento da superfície de 2.200 toneladas, enquanto que o deslocamento em imersão é 2.426 toneladas...

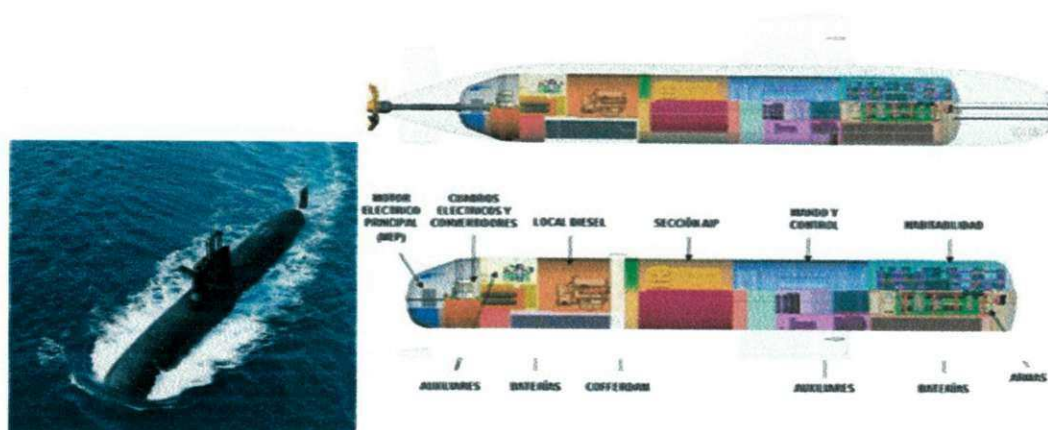


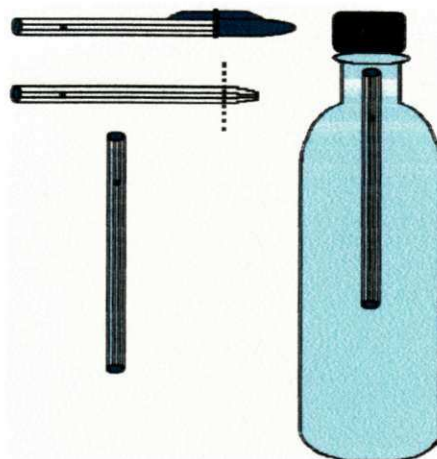
Figura I: Submarino S-80 SSK

Material Necessário:

- Uma garrafa de 2 litros de refrigerante do tipo PET transparente com tampa;
- Um tubo de caneta do tipo Bic;
- Água;
- Duas tampinhas de tubo de caneta

Montagem:

- Retire a tampa e o refil da caneta.
- Corte transversalmente a caneta na extremidade da ponta, de forma a deixá-la igual à outra extremidade.
- Coloque água no tubo de caneta, que deverá estar com uma das extremidades tampadas, deixando, aproximadamente, 5 ou 6 centímetros de ar.
- Faça um pequeno furo na caneta;
- Tampe a outra extremidade com a outra tampinha.
- Coloque o tubo de caneta dentro da garrafa, a qual deverá estar completamente cheia de água e sem bolhas de ar.
- Observe que inicialmente a parte superior da caneta deverá ficar na mesma linha que a superfície da água da garrafa, ou seja, flutuando.
- Tampe a garrafa.

Esquema Geral de Montagem:**Procedimentos:**

Para o experimento iremos proceder da seguinte maneira:

- 1° Os alunos devem responder a primeira via do questionário na parte final do roteiro.
- 2° Neste momento os discentes realizam a montagem do experimento.
- 3° Deve-se apertar a garrafa e observar a caneta.
- 4° Discussão sobre os fenômenos físicos envolvidos.
- 5° Os alunos devem responder a segunda via do questionário na parte final do roteiro.

ENTREGAR A FOLHA DOS QUESTIONÁRIOS AO PROFESSOR (Roteiro 6)**Questionário: Primeira Via**

1) O que você entende por densidade e qual a sua unidade de medida no S.I?

2) O que é empuxo e do que ele depende?

3) O que ocorre quando colocamos um cubo de gelo na água? Justifique.

Questionário: Segunda Via

1) O que você entende por densidade e qual a sua unidade de medida no S.I?

2) O que é empuxo e do que ele depende?

3) O que ocorre quando colocamos um cubo de gelo na água? Justifique.

ROTEIRO 7: LENTE D'ÁGUA - Uma lente de aumento muito simples

Objetivos:

- Construir uma lente de aumento.
- Identificar grandezas relevantes para a observação do experimento.
- Levar os estudantes a compreensão dos conceitos de refração e tensão superficial.

Caracterização:

Lentes são objetos translúcidos que apresentam duas superfícies refrativas. A refração é o fenômeno no qual a luz muda sua direção de propagação ao mudar de um meio para outro, como por exemplo, água e ar, ar e vidro etc. O índice de refração (n) é uma propriedade de um determinado meio e que influencia diretamente a intensidade e a direção do raio de luz refratado. As lentes de aumento são, em geral, lentes de bordas finas mergulhadas em uma substância de índice de refração menor do que o do material de que é formada a lente. São usadas para ampliar imagens. Uma lente convergente concentra a luz, enquanto uma lente divergente espalha a luz.

Iremos fazer uma argola de arame e mergulha-la em água. A tensão superficial da água - propriedade que as moléculas de água têm de se manterem unidas - faz com que a gota fique presa de forma abaulada na argola de arame, formando uma lente biconvexa e, portanto, convergente. Quando se aproxima a lente de algo e se olha através dela, observa-se que ela aumenta a imagem, ou seja, funciona como uma lente de aumento.

Aplicação Prática:

PRODUTOS PARA LABORATÓRIOS (Tudo sobre produtos para laboratórios)

REFRATÔMETRO

O *refratômetro* é um equipamento para laboratório utilizado para teste e controle em laboratórios, indústria alimentícia, de bebidas e outros para indicar o índice de refração do elemento analisado.

O índice de refração é proporcional à concentração em porcentagem de sólidos dissolvidos em soluções aquosas (%brix), o que, no caso dos alimentos corresponde principalmente ao açúcar que eles contêm. Permite conhecer o teor de açúcar de sumos de fruta, bebidas, concentrados, ketchup, xaropes, mel, etc, que é fundamental para controlar a qualidade e valor nutricional destes produtos alimentares. Através da *refração* é possível também a determinação de água em leite, álcool em água, óleos não saturados em gorduras e óleos vegetais, proteínas em soluções aquosas, salinidade em água do mar, entre outros.



Figura I: Refratômetro

O uso do *refratômetro* permite uma análise rigorosa e eficaz, com resultados precisos, auxiliando o estudo no laboratório e em campo.

Material Necessário:

- Arame de cobre;
- Lápis;
- Água.

Montagem:

- Enrole e torça o arame em volta do lápis para formar uma argola.
- Mergulhe a argola na água, de modo que uma gota fique presa à argola.

Esquema Geral de Montagem:



Procedimentos:

Para o experimento iremos proceder da seguinte maneira:

- 1° Os alunos devem responder a primeira via do questionário na parte final do roteiro.
- 2° Neste momento os educandos realizam a montagem do experimento.
- 3° Deve-se mergulhar a argola na água e pô-la sobre algum texto.
- 4° Discussão sobre os fenômenos físicos envolvidos.
- 5° Os alunos devem responder a segunda via do questionário na parte final do roteiro.

ENTREGAR A FOLHA DOS QUESTIONÁRIOS AO PROFESSOR (Roteiro 7)**Questionário: Primeira Via**

1) O que você entende por refração e qual a unidade do índice de refração no S.I?

2) O que é uma lente biconvexa?

3) Cite exemplos de lentes biconvexas no seu dia-dia.

Questionário: Segunda Via

1) O que você entende por refração e qual a unidade do índice de refração no S.I?

2) O que é uma lente biconvexa?

3) Cite exemplos de lentes biconvexas no seu dia-dia.

ROTEIRO 8: FAÇA DINHEIRO - Múltiplas reflexões

Objetivos:

- Demonstrar a multiplicação de imagens, ou seja, a formação de imagens múltiplas por reflexão de um objeto.
- Identificar grandezas relevantes para a observação do experimento.
- Levar os aprendizes a compreensão do conceito de reflexão.

Caracterização:

A ideia do experimento é verificar que se pode, através da associação de espelhos, multiplicar imagens, e fazer com que as imagens refletidas se multipliquem de acordo com o ângulo formado entre as faces dos espelhos.

Aplicação Prática:

BRASIL ESCOLA

FIBRAS ÓPTICAS

Por Marco Aurélio da Silva

Com a evolução da tecnologia, os tradicionais cabos metálicos foram substituídos por cabos de fibra óptica. A fibra óptica é um filamento de vidro, que também pode ser de material produzido com polímero, que tem alta capacidade de transmitir os raios de luz. Ela foi inventada pelo físico indiano Narinder Singh Kapany.

A transmissão da luz pela fibra óptica segue o princípio da reflexão. Em uma das extremidades do cabo óptico é lançado um feixe de luz que, pelas características ópticas da fibra, percorre todo o cabo por meio de sucessivas reflexões até chegar ao seu destino final.

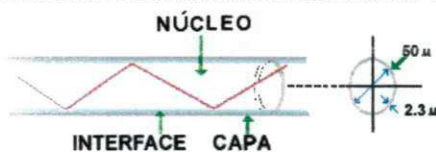


Figura I: Esquemática da Fibra Óptica

A transmissão de informações pela fibra óptica ocorre através de um aparelho especial denominado de infoduto, que possui um fotoemissor que faz a conversão da luz em sinais elétricos. A luz que é refletida no interior do cabo óptico pode ser transformada em sinal elétrico, sonoro ou até mesmo luminoso, dependendo da informação que é transmitida. As fibras ópticas são utilizadas principalmente nas telecomunicações, pois apresentam várias vantagens em relação ao uso dos antigos cabos metálicos, conheça as vantagens da utilização das fibras ópticas:

- Tem maior capacidade para transportar informações;
- A matéria prima para sua fabricação, à sílica, é muito mais abundante que os metais e possui baixo custo de produção;

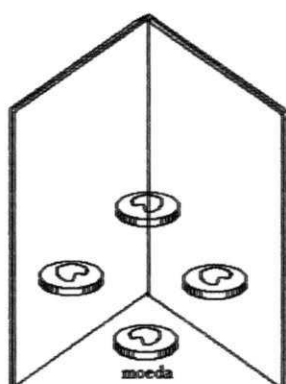
- Não sofrem com as interferências elétricas nem magnéticas, além de dificultar um possível grampeamento;
- A comunicação é mais confiável, pois são imunes a falhas;
- Ao contrário dos fios metálicos, os fios de vidro não enferrujam, não oxidam e não sofrem com a ação de agentes químicos.

Material Necessário:

- Dois espelhos;
- Fita adesiva;
- Moeda.

Montagem:

- Cole os dois espelhos com a fita adesiva no lado não reflexivo.
- Deixe um espaço entre os espelhos de modo que se possa encostá-los, quando montados.
- Coloque a moeda em frente aos espelhos.

Esquema Geral de Montagem:**Procedimentos:**

Para o experimento iremos proceder da seguinte maneira:

- 1° Os alunos devem responder a primeira via do questionário na parte final do roteiro.
- 2° Neste momento os educandos realizam a montagem do experimento.
- 3° Deve-se por a moeda em frente aos espelhos e variar o ângulo entre eles.
- 4° Discussão sobre os fenômenos físicos envolvidos.
- 5° Os alunos devem responder a segunda via do questionário na parte final do roteiro.

ENTREGAR A FOLHA DOS QUESTIONÁRIOS AO PROFESSOR (Roteiro 8)**Questionário: Primeira Via**

1) O que você entende por reflexão em espelhos planos?

2) Do que depende a reflexão da luz?

3) Cite um caso onde ocorre o fenômeno da reflexão da luz no seu dia-dia.

Questionário: Segunda Via

1) O que você entende por reflexão em espelhos planos?

2) Do que depende a reflexão da luz?

3) Cite um caso onde ocorre o fenômeno da reflexão da luz no seu dia-dia.

ROTEIRO 9: PÊNULO ELETROSTÁTICO – Campo Elétrico

Objetivos:

- Construir um pêndulo eletrostático.
- Identificar grandezas relevantes para a observação do experimento.
- Levar os discentes a compreensão dos conceitos de campo elétrico.

Caracterização:

Partindo dos conceitos de força de atração e de repulsão, relacionados ao fato observacional de que cargas de sinais iguais se repelem e cargas de sinais diferentes se atraem, podemos introduzir o conceito de campo elétrico.

Um campo elétrico é o campo de força provocado pela ação de cargas elétricas, ou por sistemas delas. Cargas elétricas colocadas num campo elétrico estão sujeitas à ação de forças elétricas, de atração e repulsão.

O Pêndulo Eletrostático é formado por um suporte, uma base isolada que não conduz corrente elétrica e por uma linha de algodão com uma pequena esfera de isopor pendurada. Eletriza-se um corpo com determinada carga positiva ou negativa e aproxima-se o corpo da esfera que está eletricamente neutra. O corpo eletrizado irá atrair ou repelir os elétrons (as cargas negativas) presentes na esfera. Como o corpo está fixo e a esfera está suspensa, ela irá em direção ao corpo eletrizado.

Aplicação Prática:

Nosso coração é capaz de conduzir correntes elétricas que percorrem os tecidos musculares do referido órgão, resultando em seu funcionamento. Toda corrente elétrica que atravessa um condutor gera um campo elétrico, ou seja, nosso corpo é capaz de gerar campos elétricos. Sendo uma grandeza vetorial, o campo elétrico pode ser captado por aparelhos e transformado em deflexões. O aparelho que capta e analisa o campo elétrico gerado no coração é o *eletrocardiograma*, que tem grande utilidade na área da medicina.

Outro benefício do campo elétrico para a medicina é a pesquisa biológica, com equipamentos utilizados na *eletroforese*. Esses equipamentos são capazes de separar moléculas muito pequenas, ao submetê-las a um campo elétrico. Este equipamento é amplamente utilizado na análise do sangue com diversas aplicações. Muitos outros equipamentos tecnológicos utilizam o campo elétrico na atividade médica ou em outras áreas.

Material Necessário:

- Recipiente plástico (pequeno ou médio);
- Areia;
- Espeto para churrasco;
- Linha de algodão;
- Tesoura;
- Uma pequena serra;
- Um pequeno pedaço de isopor;
- Canudo de refresco;
- Papel higiênico.

Montagem:

- Serre a ponta do espeto para churrasco, mais ou menos, sete centímetros (7cm);
- Com a linha de algodão amarre a ponta serrada a uma das extremidades do restante do espeto, a mais ou menos dois centímetros (2cm) da extremidade;
- Prenda o pedaço de isopor com um segmento de linha e, na outra extremidade do segmento, amarre a ponta do espeto de churrasco (o segmento de linha não deve ser muito extenso);
- Encha o recipiente de plástico com areia;
- Coloque o conjunto espeto, segmento de linha e pedaço de isopor no recipiente com areia.

Esquema Geral de Montagem:**Procedimentos:**

Para o experimento iremos proceder da seguinte maneira:

- 1° Os alunos devem responder a primeira via do questionário na parte final do roteiro.
- 2° Neste momento os estudantes realizam a montagem do experimento.
- 3° Atrite o canudo com o papel higiênico e o aproxime do pedaço de isopor.
- 4° Discussão sobre os fenômenos físicos envolvidos.
- 5° Os alunos devem responder a segunda via do questionário na parte final do roteiro.

ENTREGAR A FOLHA DOS QUESTIONÁRIOS AO PROFESSOR (Roteiro 9)**Questionário: Primeira Via**

1) O que você entende por campo elétrico e qual sua unidade no S.I?

2) Do que depende a intensidade do campo elétrico?

3) Onde o conceito de campo elétrico pode ser aplicado no dia-a-dia?

Questionário: Segunda Via

1) O que você entende por campo elétrico e qual sua unidade no S.I?

2) Do que depende a intensidade do campo elétrico?

3) Onde o conceito de campo elétrico pode ser aplicado no dia-a-dia?

APÊNDICE B– Registros Fotográficos dos Experimentos



Figura 1 – Elaboração e aplicação dos experimentos com os discentes na escola, referente ao roteiro 1.

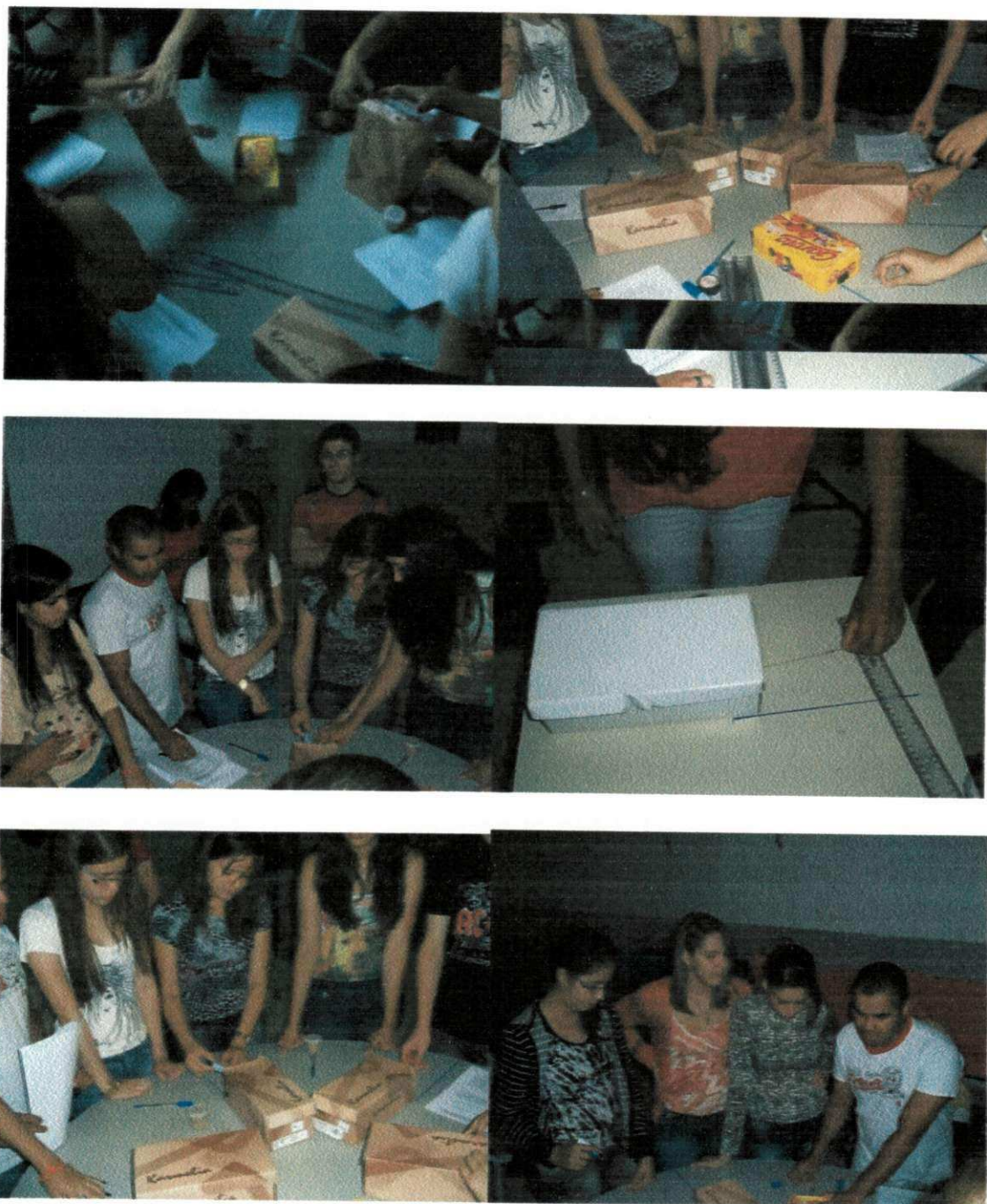


Figura 2 – Elaboração e aplicação dos experimentos com os estudantes na escola, referente ao roteiro 2.



Figura 3 – Elaboração e aplicação dos experimentos com os alunos na escola, referente ao roteiro 3.

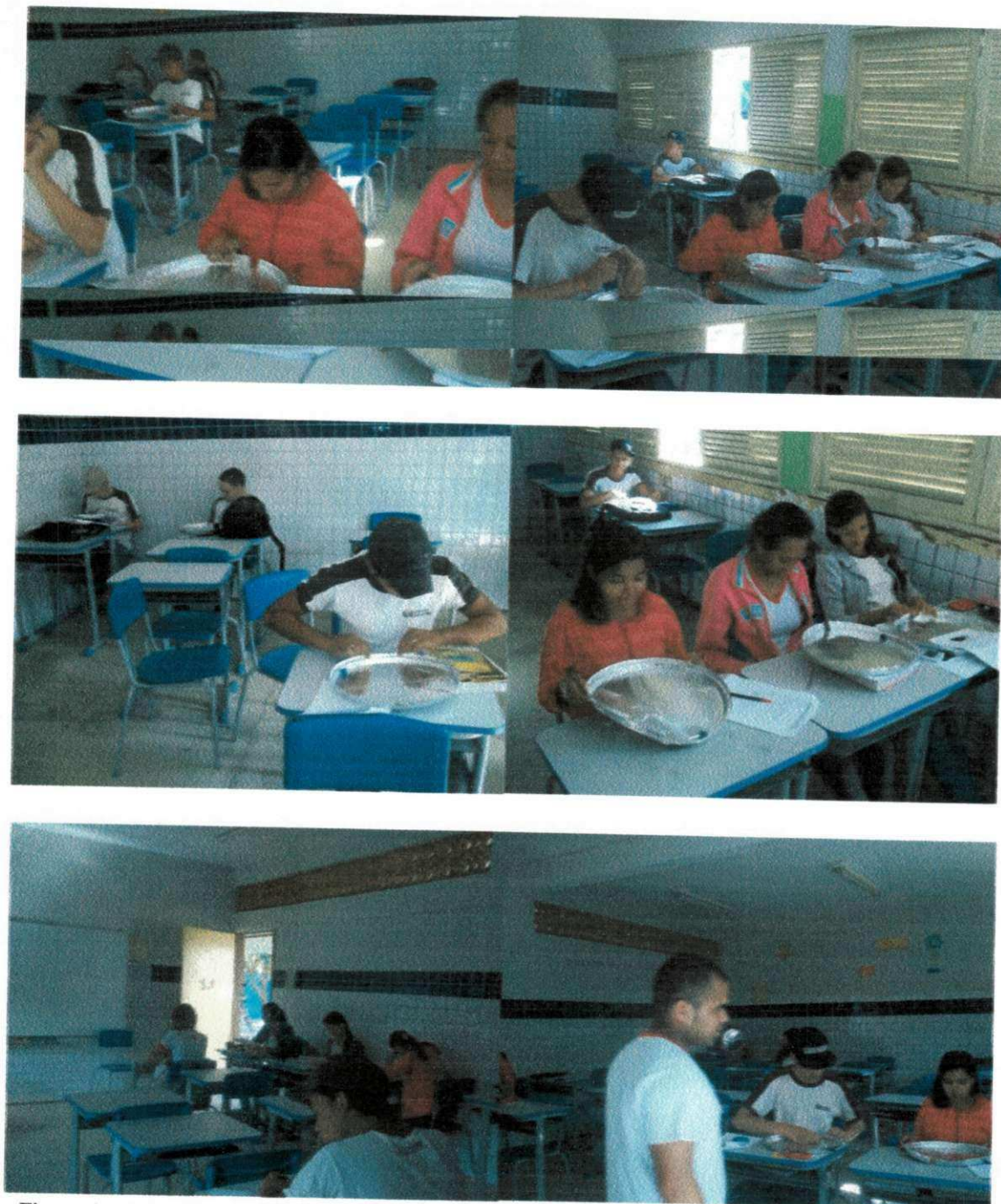


Figura 4 – Elaboração e aplicação dos experimentos com os educandos na escola, referente ao roteiro 5.



Figura 5 – Elaboração e aplicação dos experimentos com os alunos na escola referente ao roteiro 9.

APÊNDICE C– Análises dos Questionários

QUESTIONÁRIO DO ROTEIRO 2

Questionário: Primeira Via

- 1) O que você entende por força de atrito e qual a sua unidade de medida no S.I?
- 2) Do que depende a força de atrito?
- 3) Cite três exemplos de situações em que há força de atrito no seu dia-dia?

Questionário: Segunda Via

- 1) O que você entende por força de atrito e qual a sua unidade de medida no S.I?
- 2) Do que depende a força de atrito?
- 3) Cite três exemplos de situações em que há força de atrito no seu dia-dia?

Tabela 3 - Análise do questionário da primeira via (roteiro 2)

Análise I	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	3	2
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	4
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
Análise II	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
Análise III	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	3	1
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	1
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	4	4	4
Análise IV	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	4
	Questão 3			

	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
Análise V	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	4
Análise VI	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	2	3	3
Análise VII	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	4
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	4	4	4
Análise VIII	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	1
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	1	0
Análise IX	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	1	3
Análise X	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	1	0
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	1	2
Análise XI	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	3	1
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	1	0
Análise XII	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	2	2
Análise XIII	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	2	2
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
Análise XIV	Questão 1			
	Categoria	I	II	III

	Índice	3	2	3
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	1
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
Índice	4	4	4	
Análise XII	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	3	2
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	2	2
Análise XIII	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	4	4	4
	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	1	1
Análise XIII	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0

Tabela 4 - Análise do questionário da segunda via (roteiro 2)

Análise I	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	1	3	2	0	0	0
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	4	0	0	0
Análise II	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	0	0	0
	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	5	3	4
Análise III	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	2	4	3	3
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	5	5	5	5	5	5
Análise III	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	1	3	1	1	0	1
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	1	3	2	2	1	1
Análise IV	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	0	0	0
	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	1	1	1	1	1	1

	Índice	3	3	3	0	0	0
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	2	2	2	0	0
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
Índice	3	3	3	0	0	0	
Análise V	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	2	2	3	3	0	1
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	4	0	0	0
Questão 3							
Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
Índice	0	0	0	0	0	0	
Análise VI	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	2	3	2	0	1
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	4	0	0	0
Questão 3							
Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
Índice	4	4	4	0	0	0	
Análise VII	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	2	3	3	3	3
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	3	3	4
Questão 3							
Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
Índice	4	4	4	3	1	2	
Análise VIII	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	1	2	5	0	1
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	5	3	3
Questão 3							
Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
Índice	3	3	3	3	1	2	
Análise IX	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	2	2	3	1	2
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	5	3	3
Questão 3							
Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
Índice	4	4	4	2	1	2	
Análise X	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	1	3	5	1	2
	Questão 2						
Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
Índice	4	5	4	5	3	4	

	Questão 3							
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
	Índice	3	3	3	2	0	1	
	Análise XI	Questão 1						
		Categoria	I	II	III	IV	V	VI
		Índice	1	2	2	4	0	1
Questão 2								
Categoria		I	II	III	IV	V	VI	
Índice		3	3	3	5	1	3	
	Questão 3							
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
	Índice	5	5	5	3	1	2	
	Análise XII	Questão 1						
		Categoria	I	II	III	IV	V	VI
		Índice	1	3	2	2	0	1
Questão 2								
Categoria		I	II	III	IV	V	VI	
Índice		3	2	3	4	1	2	
	Questão 3							
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
	Índice	5	5	5	3	1	2	
	Análise XIII	Questão 1						
		Categoria	I	II	III	IV	V	VI
		Índice	0	1	0	2	0	0
Questão 2								
Categoria		I	II	III	IV	V	VI	
Índice		3	3	3	0	0	0	
	Questão 3							
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
	Índice	4	4	4	5	4	4	

QUESTIONÁRIO DO ROTEIRO 3

Questionário: Primeira Via

- 1) O que você entende por Conservação da Quantidade de Movimento Linear?
- 2) Do que depende a Conservação da Quantidade de Movimento Linear?
- 3) O que ocorre cada vez que um canhão dispara um projétil? Justifique.

Questionário: Segunda Via

- 1) O que você entende por Conservação da Quantidade de Movimento Linear?
- 2) Do que depende a Conservação da Quantidade de Movimento Linear?
- 3) O que ocorre cada vez que um canhão dispara um projétil? Justifique.

Tabela 5 - Análise do questionário da primeira via (roteiro 3)

Análise I	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
Questão 2				

	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Análise II	Questão 1		
Categoria		I	II	III
Índice		0	0	0
Questão 2				
Categoria		I	II	III
Índice		0	0	0
Questão 3				
Categoria		I	II	III
Índice		0	0	0
Análise III	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	1
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	4	4	4
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
Análise IV	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	2	3	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	0
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	2	3
Análise V	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	2	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	4	4	4
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
Análise VI	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
Análise VII	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0

	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Análise II	Questão 1		
Categoria		I	II	III
Índice		0	0	0
Questão 2				
Categoria		I	II	III
Índice		0	0	0
Questão 3				
Categoria		I	II	III
Índice		0	0	0
Análise III	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	1
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	4	4	4
Análise IV	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	2	3	0
Análise V	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	0
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	2	3
Análise VI	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	2	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	4	4	4
Análise VII	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
Análise VIII	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0

	Índice	0	0	0
--	--------	---	---	---

Tabela 6 - Análise do questionário da segunda via (roteiro 3)

Análise I	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	5	4	5	4	5
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	5	5	5	5	5	5
Análise II	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	4	3	5	3	4
	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	5	4	5	4	5
Análise III	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	5	5	5	5	5	5
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	5	3	4
Análise IV	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	3	1	0	0	0
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	0	0	0
Análise V	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	3	1	2
	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	3	1	3
Análise VI	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	5	3	4
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	0	0	0
Análise VII	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	0	0	0
	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	5	3	4
Análise VIII	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	5	4	4
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	5	4	4

	Índice	3	3	3	0	0	0
Análise VII	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	5	3	4
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	5	5	4	5
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	1	3	1	4	1	2

QUESTIONÁRIO DO ROTEIRO 4

Questionário: Primeira Via

- 1) O que você entende por movimento de queda livre?
- 2) Do que depende o movimento de queda livre e qual a unidade de sua dependência no S.I.?
- 3) Se soltarmos uma bola de gude e uma bola de papel de certa altura no vácuo. Qual bola chega ao chão primeiro? Justifique.

Questionário: Segunda Via

- 1) O que você entende por movimento de queda livre?
- 2) Do que depende o movimento de queda livre e qual a unidade de sua dependência no S.I.?
- 3) Se soltarmos uma bola de gude e uma bola de papel de certa altura no vácuo. Qual bola chega ao chão primeiro? Justifique.

Tabela 7 - Análise do questionário da primeira via (roteiro 4)

Análise I	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	2	1
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	0
Análise II	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	2	2	1
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	0
Análise III	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	2
	Questão 2			

	Categoria	1	II	III
	Índice	1	2	1
	Questão 3			
	Categoria	1	II	III
	Índice	0	3	0
	Análise IV	Questão 1		
Categoria		1	II	III
Índice		0	3	0
Questão 2				
Categoria		1	II	III
Índice		2	2	1
Questão 3				
Categoria		1	II	III
Índice		0	3	0
Análise V	Questão 1			
	Categoria	1	II	III
	Índice	0	3	0
	Questão 2			
	Categoria	1	II	III
	Índice	2	2	1
Análise VI	Questão 3			
	Categoria	1	II	III
	Índice	0	3	0
	Questão 1			
	Categoria	1	II	III
	Índice	0	3	0
Análise VII	Questão 2			
	Categoria	1	II	III
	Índice	2	2	1
	Questão 3			
	Categoria	1	II	III
	Índice	0	3	0
Análise VIII	Questão 1			
	Categoria	1	II	III
	Índice	4	4	4
	Questão 2			
	Categoria	1	II	III
	Índice	2	2	2
Análise IX	Questão 3			
	Categoria	1	II	III
	Índice	0	3	0
	Questão 1			
	Categoria	1	II	III
	Índice	4	4	4
Análise IX	Questão 2			
	Categoria	1	II	III
	Índice	3	3	3
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice			

	Índice	0	3	0
Análise X	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	4	4	4
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
Análise XI	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	0
	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	4	4	4
Análise XII	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	0
Análise XIII	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	2
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
Análise XIV	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	0
	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
Análise I	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	2	3	2
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	0

Tabela 8 - Análise do questionário da segunda via (roteiro 4)

Análise I	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	3	0	2	0	0
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	2	0	3	0	0
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	3	0	2	0	0

	Índice	1	3	1	5	1	1
Análise II	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	3	0	2	0	0
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	2	0	3	0	0
Análise III	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	2	3	2	4	0	1
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	0	0	0	0	0
Análise IV	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	3	0	4	0	0
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	2	0	3	0	0
Análise V	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	3	0	4	0	0
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	2	0	3	0	0
Análise VI	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	3	0	4	0	0
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	2	0	3	0	0
Análise VII	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	4	0	2
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	2	3	4	1	3
Análise VIII	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	5	3	4

	Questão 2							
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
	Índice	3	2	3	4	1	3	
	Questão 3							
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
	Índice	4	4	4	5	3	4	
Análise IX	Questão 1							
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
	Índice	4	4	4	5	0	3	
	Questão 2							
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
	Índice	4	4	4	2	1	3	
	Questão 3							
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
	Índice	4	4	4	5	3	4	
	Análise X	Questão 1						
		Categoria	I	II	III	IV	V	VI
		Índice	4	4	4	5	0	3
Questão 2								
Categoria		I	II	III	IV	V	VI	
Índice		4	4	4	2	1	3	
	Questão 3							
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
	Índice	4	4	4	5	3	4	
	Análise XI	Questão 1						
		Categoria	I	II	III	IV	V	VI
		Índice	4	4	4	5	0	3
Questão 2								
Categoria		I	II	III	IV	V	VI	
Índice		4	4	4	2	1	3	
	Questão 3							
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
	Índice	4	4	4	5	3	4	
	Análise XII	Questão 1						
		Categoria	I	II	III	IV	V	VI
		Índice	4	4	4	5	0	3
Questão 2								
Categoria		I	II	III	IV	V	VI	
Índice		4	4	4	2	1	3	
	Questão 3							
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
	Índice	4	4	3	5	3	3	
	Análise XIII	Questão 1						
		Categoria	I	II	III	IV	V	VI
		Índice	5	5	5	4	3	5
Questão 2								
Categoria		I	II	III	IV	V	VI	
Índice		4	4	4	2	1	3	
	Questão 3							
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
	Índice	4	4	3	5	3	3	
	Análise XIV	Questão 1						
		Categoria	I	II	III	IV	V	VI
		Índice	4	4	4	5	1	3
Questão 2								
Categoria		I	II	III	IV	V	VI	
Índice		4	4	4	3	1	3	
Questão 3								

	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	5	5	5	5	4	5

QUESTIONÁRIO DO ROTEIRO 5

Questionário: Primeira Via

- 1) O que você entende por força e qual a sua unidade de medida no S.I.?
- 2) O que é força centrípeta e do que ela depende?
- 3) O que ocorre com um objeto que esta em movimento circular quando as forças sobre ele são cessadas?

Questionário: Segunda Via

- 1) O que você entende por força e qual a sua unidade de medida no S.I.?
- 2) O que é força centrípeta e do que ela depende?
- 3) O que ocorre com um objeto que esta em movimento circular quando as forças sobre ele são cessadas?

Tabela 9 - Análise do questionário da primeira via (roteiro 5)

Análise I	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	1	2
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
Análise II	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	1	1
Análise III	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	1	1
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
Análise IV	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	2	2
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
Análise III	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3

	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	2	2
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	0
Análise V	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	2	3
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
Análise VI	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	2	3
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
Análise VII	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
Análise VIII	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	2	3
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
Análise IX	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	1	1
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	2	3
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0

Tabela 10 - Análise do questionário da segunda via (roteiro 5)

Análise I	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	2	3	1	2

	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	1	3	0	3	0	0
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	0	0	3	0	0
Análise II	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	1	2	2	3	1	2
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	2	3	4	1	3
Análise III	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	0	0	2	0	0
	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	2	2	2	0	0
Análise IV	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	2	2	2	2	3	3
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	2	0	3	0	2
Análise V	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	0	0	0
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	1	2	2	0	0	0
Análise VI	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	3	0	0	0	0
	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	3	4	5	3	4
Análise VII	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	2	2	3	0	0
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	2	5	3	3
Análise VIII	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	0	0	0	0	0
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	2	2	4	3	2
Questão 3							

	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	2	3	2	4	3	3
Análise VIII	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	3	4	5	3	4
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	2	2	3	0	0
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	2	5	3	3
Análise IX	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	4	3	3
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	1	2	1	3	0	0
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	2	3	1	4	3	2

QUESTIONÁRIO DO ROTEIRO 6

Questionário: Primeira Via

- 1) O que você entende por densidade e qual a sua unidade de medida no S.I.?
- 2) O que é empuxo e do que ele depende?
- 3) O que ocorre quando colocamos um cubo de gelo na água? Justifique.

Questionário: Segunda Via

- 1) O que você entende por densidade e qual a sua unidade de medida no S.I.?
- 2) O que é empuxo e do que ele depende?
- 3) O que ocorre quando colocamos um cubo de gelo na água? Justifique.

Tabela 11 - Análise do questionário da primeira via (roteiro 6)

Análise I	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	2	1
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	1	0
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	1	0
Análise II	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	2	1
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III

	Índice	1	1	0
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
Análise III	Índice	1	1	0
	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	4	4	4
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
Índice	0	0	0	
Análise IV	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	4	4	4
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
Análise V	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	4	4	4
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
Análise VI	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	2	0
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
Análise VII	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
Análise VIII	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	4	4	4
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0

Análise IX	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	4	4	4
Análise X	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
Análise XI	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	4	4	4
Análise XII	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	2	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	1	0
Análise XIII	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	3	1
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	4	4	4
Análise XIV	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
Análise XIV	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0

Tabela 12 - Análise do questionário da segunda via (roteiro 6)

Análise I	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	2	3	2	4	1	3
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	5	3	3
Análise II	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	2	0	4	0	1
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	1	1	0	4	0	0
Análise III	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	2	3	2	5	3	3
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	2	3	2	3	0	0
Análise IV	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	2	3	2	5	3	3
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	2	3	2	3	0	0
Análise V	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	2	3	2	5	3	3
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	5	3	3
Análise VI	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	2	0	0	0	0
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	2	0	3	0	0
Análise VII	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	5	4	4
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	5	4	4
Análise VII	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	2	3	2	5	3	3
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	2	3	2	5	3	3

	Índice	0	2	0	3	0	0
Análise XIV	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	1	0	2	0	1
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	1	0	3	0	0
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	1	2	1	4	1	2

QUESTIONÁRIO DO ROTEIRO 7

Questionário: Primeira Via

- 1) O que você entende por refração e qual a unidade do índice de refração no S.I?
- 2) O que é uma lente biconvexa?
- 3) Cite exemplos de lentes biconvexas no seu dia-dia.

Questionário: Segunda Via

- 1) O que você entende por refração e qual a unidade do índice de refração no S.I?
- 2) O que é uma lente biconvexa?
- 3) Cite exemplos de lentes biconvexas no seu dia-dia.

Tabela 13 - Análise do questionário da primeira via (roteiro 7)

Análise I	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	2	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	3	1
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	0
Análise II	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	2	3
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	2	3	2
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	2	0
Análise III	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	2	3	0

	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
Análise IV	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	2	3	0
Análise V	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	0
Análise VI	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	2	3	2
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
Análise VII	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
Análise VIII	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	2	0
Análise IX	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	2	0
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	0
Análise X	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	2	1	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	3	0
Análise XI	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	2	0
	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	2	0
Análise XII	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0

Tabela 14 - Análise do questionário da segunda via (roteiro 7)

Análise I	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	2	2	2	5	1	2
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	2	3	2	3	1	1
Análise II	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	4	3	3
	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	0	0	4	0	0
Análise III	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	2	3	2	3	0	1
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	4	3	3
Análise IV	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	2	0	0
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	5	1	3
Análise V	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	1	0	0
	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	2	3	1	2
Análise VI	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	3	3	1	3
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	0	0	0
Análise VII	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	2	2	2	3	0	0
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	2	0	0
Análise VII	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	0	0	0
Análise VII	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI

	Índice	3	3	3	5	3	3	
	Questão 2							
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
	Índice	0	2	0	3	0	0	
	Questão 3							
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
Índice	3	3	3	5	3	3		
Análise VIII	Questão 1							
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
	Índice	2	2	1	4	0	1	
	Questão 2							
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
	Índice	3	3	1	5	1	3	
	Questão 3							
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
	Índice	3	3	3	5	3	3	
	Análise IX	Questão 1						
		Categoria	I	II	III	IV	V	VI
		Índice	3	3	2	5	1	2
Questão 2								
Categoria		I	II	III	IV	V	VI	
Índice		2	3	2	5	3	2	
	Questão 3							
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI	
	Índice	3	3	3	5	3	4	

QUESTIONÁRIO DO ROTEIRO 8

Questionário: Primeira Via

- 1) O que você entende por reflexão em espelhos planos?
- 2) Do que depende a reflexão da luz?
- 3) Cite um caso onde ocorre o fenômeno da reflexão da luz no seu dia-dia.

Questionário: Segunda Via

- 1) O que você entende por reflexão em espelhos planos?
- 2) Do que depende a reflexão da luz?
- 3) Cite um caso onde ocorre o fenômeno da reflexão da luz no seu dia-dia.

Tabela 15 - Análise do questionário da primeira via (roteiro 8)

Análise I	Questão 1					
	Categoria	I	II	III		
	Índice	3	2	3		
	Questão 2					
	Categoria	I	II	III		
	Índice	0	3	1		
	Questão 3					
	Categoria	I	II	III		
	Índice	4	4	4		

Análise II	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	3	1
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	1	0
Análise III	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	1	3
Análise IV	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	1	0
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	1	2
Análise V	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	1	1
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3
Análise V	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	3	2
Análise V	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	4
	Questão 3			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	3	3

Tabela 16 - Análise do questionário da segunda via (roteiro 8)

Análise I	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	1	2	2	4	0	1
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	5	1	3
Análise II	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	5	5	5	3	1	2
	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	2	2	3	1	2
Análise II	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	5	3	3
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	2	1	2

Análise III	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	1	2	5	0	1
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	5	3	3
Análise IV	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	3	1	2
	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	0	1	0	2	0	0
Análise V	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	0	0	0
	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	5	4	4
Análise V	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	1	3	2	0	0	0
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	4	0	0	0
Análise V	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	3	3	0	0	0

QUESTIONÁRIO DO ROTEIRO 9

Questionário: Primeira Via

- 1) O que você entende por campo elétrico e qual sua unidade no S.I.?
- 2) Do que depende a intensidade do campo elétrico?
- 3) Onde o conceito de campo elétrico pode ser aplicado no dia-a-dia?

Questionário: Segunda Via

- 1) O que você entende por campo elétrico e qual sua unidade no S.I.?
- 2) Do que depende a intensidade do campo elétrico?
- 3) Onde o conceito de campo elétrico pode ser aplicado no dia-a-dia?

Tabela 17 - Análise do questionário da primeira via (roteiro 9)

Análise I	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	3	1
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	4	4
Questão 3				

	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0
Análise II	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	2	3	1
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	2	1
Análise III	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	1	0
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	1	0
Análise IV	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	5	5	5
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	2	1
Análise V	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	1	3	1
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	3	4	4
Análise IV	Questão 1			
	Categoria	I	II	III
	Índice	4	4	4
	Questão 2			
	Categoria	I	II	III
	Índice	0	0	0

Tabela 18 - Análise do questionário da segunda via (roteiro 9)

Análise I	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	2	2	2	4	1	2
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	1	4	1	2	0	0
Análise II	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	2	3	3	1	3
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	2	3	5	1	2
Questão 3							

	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	5	3	3
Análise III	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	2	3	3	3	3
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	1	4	1	3	3	2
Análise IV	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	4	4	4	4	0	0
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	3	2	3	3	1	3
Análise V	Questão 1						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	2	2	2	4	1	2
	Questão 2						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	1	4	1	2	0	0
Análise V	Questão 3						
	Categoria	I	II	III	IV	V	VI
	Índice	5	5	5	5	5	5