



**“ABORDAGEM EXPERIMENTAL NO ENSINO DE
FÍSICA COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO E
RECICLADOS”**

Marcos Eder Cupaioli

Orientador: Prof. Dr. Deuber Lincon da Silva Agostini

Presidente Prudente
2016

Marcos Eder Cupaioli

“ABORDAGEM EXPERIMENTAL NO ENSINO DE
FÍSICA COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO E
RECICLADOS”

**Dissertação apresentada como requisito à
obtenção do título de Mestre à Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” –
Programa de Pós-graduação do Mestrado
Nacional Profissional em Ensino de Física, sob
orientação do Prof. Dr. Deuber Lincon da Silva
Agostini.**

Presidente Prudente

2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Cupaioli, Marcos Eder.

C983a Abordagem experimental no ensino de Física com materiais de baixo custo e reciclados / Marcos Eder Cupaioli. - Presidente Prudente : [s.n], 2016
81 f. : il., tabs.

Orientador: Deuber Lincon da Silva Agostini

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia

Inclui bibliografia

1. Ensino de Física. 2. TLS. 3. Experimentação em Física. 4. Laboratório Didático. I. Agostini, Deuber Lincon da Silva. II. Cupaioli, Marcos Eder. III. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. IV. Título.

BANCA EXAMINADORA



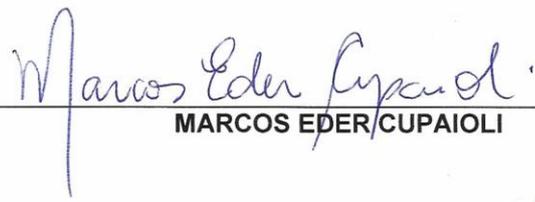
PROF. DR. DEUBER LINCON DA SILVA AGOSTINI
(ORIENTADOR)



PROF. DR. LUCIANO GONSALVES COSTA
(UEM)



PROF. DR. PEDRO HENRIQUE BENITES AOKI
(UNESP/Assis)



MARCOS EDER CUPAIOLI

PRESIDENTE PRUDENTE, 22 DE SETEMBRO DE 2016.

RESULTADO: APROVADO

Dedico este trabalho aos meus pais, que sempre estiveram, sobretudo durante as dificuldades, presentes e constantes, dando ensinamento, sabedoria, carinho e muito amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter estado sempre ao meu lado, dando força nos momentos mais difíceis.

Aos meus queridos pais, Oswaldo e Cida, que foram fundamentais na transmissão dos valores e ensinamentos, que me tornaram o homem e profissional que sou hoje.

As minhas irmãs, Margarete e Maria Luísa, que sempre estiveram incentivando e dando carinho; aos meus sobrinhos, Paulo, Maressa, Gustavo, Lucas, Stephanie e Gabriel, sempre presentes; ao meu querido sobrinho-neto, Guilherme, que, com pequenos gestos de carinho, foi um incentivo para que eu nunca desistisse.

A meu orientador, Prof. Dr. Deuber Lincon da Silva Agostini, pelo apoio, incentivo e dedicação ao meu trabalho e, principalmente, pela paciência, compreensão e amizade.

Aos professores do MNPEF, pelos ensinamentos e, sobretudo, pelos questionamentos oportunos e fundamentais em vários momentos desse processo.

Aos colegas Alex, Denilton, Newton, Renato, Rodolfo, Roger, Sílvio e Ulisses, do MNPEF, pelos valorosos momentos que passamos juntos. Aprendi algo de bom para a minha vida com cada um de vocês.

A todos os Professores e colegas que tive oportunidade de um dia conhecer, trabalhar e aprender. Destaco professores, funcionários e direção da ETEC de Novo Horizonte, que estiverem sempre torcendo e incentivando a realização e a conquista desse trabalho.

Finalmente, aos meus atuais e antigos alunos, que foram grandes inspiradores e motivadores para a realização e conquista desse mestrado.

“Primeiro descubra por que quer que os alunos aprendam o tema e o que quer que saibam, e o método resultará mais ou menos por senso comum.”

Richard P. Feynman

SUMÁRIO

Capítulo 1 - ENSINO DE FÍSICA	5
1.1 - O Ensino de Física Atualmente	5
1.1.1 – Sequências de Ensino-Aprendizagem (TLS) Teaching-Learning Sequence	7
1.2 - A Experimentação em Física.....	11
1.3 - Tipos de Experimentos ou Laboratórios didáticos de Física.....	12
1.3.1 - Laboratório Didático quanto à disposição	12
1.3.2 - Laboratório Didático quanto à atividade.....	13
1.3.3 - Laboratório Didático quanto à Metodologia	14
1.3.4 - Laboratórios Didáticos Quanto ao Enfoque ou à Abordagem Experimental	15
Capítulo 2 - METODOLOGIA	16
2.1 - Local da Realização da Pesquisa e Coleta de Dados.....	16
2.2 - Participantes da Pesquisa	16
2.3 - Ferramentas utilizadas na pesquisa	17
2.4 - Realização dos Experimentos.....	17
2.5 - Experimentos para a Primeira Série do Ensino Médio.....	17
2.5.1 - Lançamento Horizontal e Oblíquo	17
2.6 - Experimentos para a Segunda Série do Ensino Médio.....	25
2.6.1 - Lei dos Gases	25
2.6.2 - Associação de Espelhos Planos.....	27
2.7 - Experimentos para a Terceira Série do Ensino Médio	29
2.7.1 - Associação de Lâmpadas em Série	30
2.7.2 - Associação de Lâmpadas em Paralelo	34
Capítulo 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
Capítulo 4 - CONCLUSÃO	49
Perspectivas Futuras.....	51
Apêndice I: Lançamentos Horizontais e Lançamentos Oblíquos	54
Apêndice II: Leis dos Gases.....	59
Apêndice III: Associação de Espelhos Planos	61
Apêndice IV: Associação de Lâmpadas em Série.....	63
Apêndice V: Associação de Lâmpadas em Paralelo	65
Anexo	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Losango didático	9
Figura 2 (a) Alunos preparando a realização do Lançamento Horizontal, (b) Alunos realizando o Lançamento Horizontal.....	19
Figura 3: (a) Alunos na preparação do Lançamento Oblíquo, (b) Alunos realizando o Lançamento Oblíquo.....	22
Figura 4: (a) Alunos soltando o Foguete de Propulsão a ar, (b) Alunos soltando o Foguete de Propulsão Química.	24
Figura 5: (a) e (b) Alunos realizando o Experimento Leis dos Gases.....	27
Figura 6: Alunos realizando os experimentos (a) Formação de imagens no ângulo de 60° (obtiveram seis imagens) – mediador interferindo para a formação correta das imagens; (b) Alunos preenchendo os relatórios.	29
Figura 7: Esquemas de Montagem: (a) Associação em série com duas lâmpadas 110 V; (b) Associação em paralelo com duas lâmpadas 220 V.	30
Figura 8: Alunos realizando as medições com o multímetro.....	32
Figura 9: (a) Duas lâmpadas 110 V associadas em série e (b) duas lâmpadas 220 V associadas em série.....	33
Figura 10: (a) duas lâmpadas 220 V associadas em paralelo e (b) duas lâmpadas 110 V associadas em paralelo.....	36
Figura 11: A lata está vazia? Existe alguma substância dentro da lata além da água que foi colocada? Explique.....	39
Figura 12: O que vai acontecer com a água?	40
Figura 13: Qual é a explicação desta “fumaça” que está saindo da lata?.....	40
Figura 14: (a) Lata implodida, (b) Água entra na lata devido à diferença de pressão.....	40
Figura 15: Gráfico: O que ocorreu com a lata?	41
Figura 16: (a) e (b) Apresentação dos alunos sobre as Leis dos Gases.....	41
Figura 17: (a) Texto do Grupo 1 e (b) Texto do Grupo 2.....	43
Figura 18: Intervenções Realizadas pelo Professor.....	43
Figura 19: Ângulos obtidos pelos alunos.	44
Figura 20: Relação entre o ângulo entre os espelhos e o número de imagens.	45
Figura 21: Aplicação Prática da Equação $N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$	46
Figura 22: O que ocorre com a lâmpada?	47
Figura 23: Questão Inicial: O que ocorre com a Lâmpada?	47

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1: Fases do desenvolvimento de uma TLS</i>	<i>10</i>
<i>Tabela 2: Tipos de Experimentos ou Laboratórios Didáticos quanto a Metodologia.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabela 3: Laboratórios Didáticos Quanto ao Enfoque ou à Abordagem Experimental.</i>	<i>15</i>
<i>Tabela 4: Etapas da TLS Lançamento Horizontal.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabela 5: Apresentação dos Alcances dos Lançamentos Horizontais anotados pelos alunos de dois grupos.</i>	<i>20</i>
<i>Tabela 6: Tempo de queda e Velocidade de Lançamento no Lançamento horizontal.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabela 7: Etapas da TLS Lançamento Oblíquo e Lançamento do Foguete de PET.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 8: Apresentação dos Alcances e Alturas dos Lançamentos Oblíquos anotados pelos alunos.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabela 9: Tempo para atingir a altura máxima e a velocidade no Lançamento Oblíquo... </i>	<i>23</i>
<i>Tabela 10: Etapas da TLS Lei dos Gases</i>	<i>25</i>
<i>Tabela 11: Etapas da SD Associação de Espelhos Planos.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabela 12: Etapas da SD Associação de Lâmpadas em Série.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabela 13: Associação de lâmpadas em série</i>	<i>32</i>
<i>Tabela 14: Etapas da SD Associação de Lâmpadas em Paralelo</i>	<i>35</i>
<i>Tabela 15: Associação de lâmpadas em paralelo.....</i>	<i>36</i>

RESUMO

O presente trabalho aborda um conjunto de atividades experimentais com materiais de fácil manuseio, recicláveis e de baixo custo, baseados em uma abordagem de *Teaching-Learning Sequence* (TLS) ou Sequência de Ensino-Aprendizagem com enfoque intervencionista inspirada na investigação educacional. Utilizando para isso metodologias problematizadoras, visando o entrelaçamento científico e a perspectivas dos alunos sendo estes os protagonistas do seu conhecimento, fazendo a montagem e realizando as atividades experimentais, tendo o professor como mediador, orientando e explicando aos alunos em todo o processo. Além de abordar algumas atividades experimentais, mostrando como são realizadas as montagens dos experimentos e os objetivos a serem atingidos, trazemos um roteiro e uma sequência de como acreditamos que devemos abordá-las em sala de aula. Após a finalização dos experimentos, a análise dos resultados e a validação da aprendizagem, verificou-se, claramente, os progressos obtidos na aprendizagem da Física, com resultados bastante satisfatórios. As atividades aqui propostas podem ser utilizadas e redesenhadas pelo professor, de acordo com o nível de ensino e do conhecimento de seus alunos.

Palavras-chave: TLS, Ensino de Física, Laboratório Didático, Experimentação em Física.

ABSTRACT

This study approaches a set of experimental activities with easy-handling, recyclable, low-cost materials, based on a Teaching-Learning Sequence (TLS) approach, with interventionist focus inspired by educational investigation. Using problematizing methodologies, aiming scientific intertwining and also the students' perspective, with the students being the protagonists regarding their own knowledge creating and performing experimental activities, the teacher being a mediator, guiding and detailing with the whole process. Besides approaching some experimental activities, showing the way the experiments are prepared and the goals to be met, we bring guidelines and a sequence indicating how these activities should be approached in the classroom. After completion of the experiments, the analysis of the results and verification of learning, it was clearly verified progress acquired in learning physics with very satisfactory results. The activities proposed here can be used and adapted by teachers, according to the education level and knowledge of their students.

Keywords: TLS, Physics teaching, Educational Lab, Physics Experimentation

INTRODUÇÃO

Ultimamente, os problemas detectados com o ensino-aprendizagem de Física no Ensino Fundamental e Médio vêm sendo alvo de investigações e pesquisas para colaborar com a melhoria na qualidade do ensino desta ciência. Nessa perspectiva, vários pesquisadores (MÉHEUT and PSILLOS 2004; MÉHEUT, 2015) vêm trazendo propostas em periódicos, livros, revistas e artigos, que podem ser utilizados pelos professores, na tentativa de fazer com que os alunos tenham mais interesse, fascínio e até mesmo para compreenderem o mundo físico que está inserido ao seu redor.

Para isso, (PERUZZO, 2012; VALADARES, 2012 e LENZ and FLORCZAK 2012) e, ainda, os periódicos Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Caderno Brasileiro de Ensino de Física e Ensaio e Física na Escola vêm trazendo inovações no que se diz respeito ao ensino de Física, com vários trabalhos com materiais de fácil acesso, fácil manuseio e baixo custo, experimentos que não necessitam de um laboratório para serem realizados, ou seja, podem ser trabalhados dentro da própria sala de aula. Todavia, ainda esbarramos em muitas dificuldades, entre elas a falta de materiais, equipamentos, incentivo, tempo necessário para o professor testar os experimentos e até mesmo a ausência de preparo dos docentes para a realização desses procedimentos.

Além disso, essas pesquisas trazem uma descrição de como fazer a montagem dos experimentos e muitas vezes não mostram como abordá-los em sala de aula, além daquilo que ocorre durante a realização dos experimentos e o porquê destas ocorrências. Também notamos que não mostram todas as possibilidades de ocorrências e possíveis falhas durante a realização de tais experimentos, talvez por não serem testadas a ponto de chegarmos às conclusões exatas do que irá ocorrer.

Diante desse contexto, propomos, com este trabalho, relatar o desenho para a “*avaliação interna*” de uma (TLS) *Teaching-Learning Sequence* (MÉHEUT; PSILLOS, 2004) ou sequência de ensino-aprendizagem, ou seja, em atividades e experimentos que proporcionam o prazer em aprender, pode ser importante no processo de ensino-aprendizagem da Física em ambientes reais de sala de aula (COLLECTIVE, 2003; MÉHEUT; PSILLOS, 2004). Abordamos também como as atividades experimentais podem ser um dos passos iniciais para que o aluno entenda a Física de forma prazerosa e não como algo intangível. Além disso, analisamos os tipos de Laboratório Didáticos ou Experimentos, no intuito de mostrar as várias maneiras de abordar as atividades experimentais.

Serão mostrados também resultados da pesquisa, nos quais foram realizados experimentos em que os alunos do Ensino Médio puderam participar da montagem e das realizações de experimentos de Mecânica, Termodinâmica, Óptica e Eletricidade,

utilizando, para isso, materiais recicláveis e de baixo custo. Foi adotado como estratégia de ensino os referenciais teóricos-metodológicos das sequências de ensino-aprendizagem ou *Teaching Learning Sequences* (TLS), com abordagens motivacionais e funcionais, utilizando, para tal, metodologias problematizadoras. O próprio aluno realizava a montagem e a execução dos experimentos, essa interação proporciona maior envolvimento dos estudantes com as atividades propostas.

Para acompanhar o interesse dos alunos, verificar o seu desenvolvimento cognitivo, avaliar a eficácia das atividades e metodologias adotadas na realização das atividades experimentais, utilizamos relatórios, contendo os objetivos, os materiais utilizados, as atividades e os questionários para serem respondidos durante a realização das atividades.

PROBLEMÁTICA

“O estudo em geral, a busca da verdade e da beleza são domínios em que nos é consentido ficar crianças toda a vida.”

Albert Einstein

MOTIVAÇÃO

Inúmeros são os temas importantes e relevantes relacionados com Ensino de Física no Ensino Fundamental e Médio. Abordá-los de uma maneira geral poderia produzir um trabalho um tanto vago e superficial, uma vez que os próprios PCNs, para fazê-lo, necessitam de vários capítulos e o Currículo Oficial do Estado de São Paulo faz uso de diversos volumes. Portanto, esta pesquisa, aborda alguns aspectos experimentais baseado nas sequências de ensino-aprendizagem ou *Teaching Learning Ssequences* (TLS), por julgá-lo um marco divisor na forma de ensinar ou, melhor dizendo, proporcionar a construção do conhecimento dos alunos do Ensino Médio.

Atualmente, os alunos do Ensino Médio encontram-se desinteressados e desestimulados perante as aulas de Física, devido à prática pedagógica adotada pela grande maioria dos professores. Estes fazem uso de uma metodologia que vem através dos tempos sem sofrer nenhuma alteração, as gerações passam e a abordagem continua da mesma forma, sem acompanhar o avanço e as mudanças socioculturais que vêm acontecendo. O educador atual necessita, na sua prática pedagógica, não somente da abordagem disciplinar específica, mas apresentar a estudantes situações significativas e contextualizadas com o mundo real, estabelecendo relações com o seu cotidiano, revivendo o que eles, desde criança, faziam no ato de brincar para aprender.

Cabe aos docentes, mediadores do processo de aprendizagem, proporcionar recursos, orientação e instrução aos estudantes, à medida que eles desenvolvam seus conhecimentos e habilidades. Estando sempre aberto às inovações, tendo perspectivas de uma ação voltada para o futuro, visando transformar a realidade, viabilizando a possibilidade de decisões, escolhas, apostas, riscos e incertezas, planejando estratégias que vão além da compartimentação disciplinar.

Neste trabalho, apresentamos questões atuais que envolvem o jovem e aparatos lúdicos, estimulando a criticidade, a criatividade e a socialização dos alunos, propiciando uma aprendizagem mais espontânea, natural e significativa. Para compreender o que está em jogo quando o jovem participa de uma atividade lúdica, faz-se necessário analisar o suporte material ou imaterial que desencadeia tal ato, o ambiente, os momentos a ele destinados e as pessoas que dele participam.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é contribuir para o ensino da física, proporcionando a vivência dos fenômenos físicos, através da inovação na forma de conduzir os experimentos, utilizando para isso o desenvolvimento e a validação de uma TLS, levando os alunos à formulação de hipóteses durante as realizações das atividades experimentais e, a partir delas, a elaboração de teorias, relacionando os conceitos físicos observados no cotidiano com seus respectivos princípios.

Como objetivo específico, este trabalho fará a montagem de experimentos simples com materiais reciclados e de baixo custo. Com o intuito de mostrar como a natureza em sua volta funciona e, através deles, fazer com que os alunos formulem hipóteses de como as áreas da Física, como a Mecânica, a Óptica, a Termologia e a Eletricidade estão relacionadas com o seu cotidiano. Envolvendo experimentos, relacionando às diversas formas de energia, bem como a cinética, o potencial gravitacional, o potencial elástica, a elétrica, a química e a luminosa.

Este trabalho visa também contribuir para que professores do Ensino Fundamental e Médio obtenham algumas formas de trabalhar com sequências de ensino-aprendizagem utilizando experimentos de fácil montagem pelo aluno ou até mesmo pelo professor. Experimentos que possam ser realizados em sala de aula ou fora dela, sem a necessidade de laboratórios e que proporcionem maior envolvimento dos alunos.

CAPÍTULO 1 - ENSINO DE FÍSICA

“Cada pedaço, ou parte, de toda a natureza inteira é sempre uma mera aproximação da verdade completa, ou a verdade completa até onde a conhecemos.”

Richard P. Feynman

1.1 - O Ensino de Física Atualmente

A escola atual oferece um conhecimento, impondo o saber e o cobrar, tendo a inferência que os alunos não o dominem. Estes não possuem a liberdade de buscarem novos caminhos e conhecimentos em seu aprendizado. Segundo Freire (1982), apenas os educadores autoritários distinguem o ensinar do aprender, sendo que “ensina quem se supõe sabendo e aprende quem nada sabe”. Brandão (1981) é ainda mais claro, quando afirma que “(...) ensinar não é enfiar o saber-de-quem-sabe no suposto vazio de-quem-não-sabe”. Portanto, o ato de aprender não é permitir que se coloque no suposto vazio “*de-quem-não sabe*” o “*saber-de-quem-sabe*”.

Muitos professores fazem uso de uma metodologia que vem através dos tempos sofrendo poucas alterações; as gerações passam e a abordagem continua da mesma forma, sem acompanhar os avanços e as mudanças socioculturais que ocorrem. Conforme Gomes & Bellini, (2009):

“A prática didático-pedagógica do professor é guiada, na maior parte das vezes, inconscientemente, de acordo com a sua concepção de conhecimento. Um professor empirista dissocia a teoria da prática. “Faz experimentos ditos cruciais” como se estes fossem a solução das “concepções errôneas” dos alunos. Repete até que os alunos memorizem, pois acreditam que estes sejam “folhas em branco” ansiosas por serem preenchidas. Transmite um conhecimento pronto e acabado. Acredita ser capaz de ensinar qualquer coisa a qualquer pessoa aplicando os estímulos e reforços adequados”. (GOMES e BELLINI 2009).

Além dos empiristas, para Gomes & Bellini (2009), existem professores inatistas, ou seja, que “culpam unicamente o aluno pelo seu fracasso escolar”, mostrando que a física é concebida para poucos. Temos, também, os professores que adotam uma epistemologia construtivista, ou seja, fazem primeiro uma investigação para saberem o que o aluno já sabe, com o intuito de escolherem a melhor maneira de atingir uma aprendizagem significativa, estimulando o aluno a participar, movido pela curiosidade, da descoberta e da resolução de problemas, utilizando, para isso, várias recursos e metodologias de ensino.

Segundo Moreira (1997):

“Aprendizagem significativa é o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz. É no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito”.

Atualmente, os professores vêm buscando melhorar suas práticas pedagógicas, adotando epistemologias do conhecimento adequadas ao ensino e à aprendizagem de Física, preocupados não somente na compreensão do processo científico, mas sim como este pode contribuir para o desenvolvimento pessoal e social dos alunos. Ao destacar o ensino das ciências, na perspectiva de Ensino Por Pesquisa, Vasconcelos, Praia & Almeida (2003) afirmam que:

“Essa perspectiva visa não só a compreensão do corpo de conhecimentos e processos científicos, mas pretende igualmente contribuir para o desenvolvimento pessoal e social dos jovens” (VASCONCELOS; PRAIA; ALMEIDA, 2013 apud CACHAPUZ & cols., 2000). “O ensino por pesquisa faz apelo a conteúdos inter e transdisciplinares, cultural e educacionalmente relevantes. Nesse sentido, um dos objetivos essenciais é a compreensão das relações C-T-S-A (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente), procurando garantir que as aprendizagens se tornem úteis aos alunos numa perspectiva de ação” (VASCONCELOS; PRAIA; ALMEIDA, 2013 apud CANAVARRO, 1999; PRAIA, 1999).

Para ter verdadeiramente a aprendizagem significativa, é necessário que o educador esteja apto a realizá-la. O Ensino das Ciências volta-se para à área da Psicologia Educacional para fundamentar e compreender como acontece o processo de ensino/aprendizagem dos alunos. E para isso recorre às diversas teorias da aprendizagem que vem ao longo dos tempos modificando e evoluindo.

Para Ausubel et al. (1980), há quatro tipos básicos de aprendizagem, por recepção mecânica; por recepção significativa; por descoberta mecânica e por descoberta significativa. A Aprendizagem significativa só ocorre quando a informação nova é ligada (*subsumer*) a uma já existente, onde o conhecimento prévio do sujeito é valorizado, para ele adquirir uma nova aprendizagem.

Com a valorização das atividades cognitivas do sujeito e a importância do seu conhecimento prévio surge o Ensino por Mudanças Conceituais, onde o professor torna-se um mediador entre o sujeito e as novas informações.

Atualmente, surge a perspectiva de Ensino por Pesquisa, visando não só a compreensão do corpo de conhecimento e processos científicos, mais pretende

contribuir para o desenvolvimento pessoal e social do aluno, onde são valorizados objetivos educacionais. Assim, a avaliação passa a ser formadora, durante todo o processo, onde são avaliadas as atitudes, capacidades e valores durante todo o processo de ensino/aprendizagem.

Ele deve ter um profundo conhecimento sobre os fundamentos essenciais do Ensino por Pesquisa, pré-disposição e condições suficientes para socializar o conhecimento, levando isso à frente. Segundo Vasconcelos, Praia & Almeida (2003), a epistemologia do Ensino por Pesquisa está:

“Ligada a conteúdos do cotidiano e interesses pessoais do aluno, essa perspectiva implica uma mudança de atitudes, de processos e de metodologias, que cabe ao professor promover. Ao realçar, de forma explícita e fulcral o papel do aluno na construção do seu conhecimento, essa perspectiva apoia-se nos postulados do construtivismo e aposta no desenvolvimento pessoal e social dos jovens. Tal pretensão requer alterações profundas ao nível do processo de ensino-aprendizagem”.

Quando um professor desperta no aluno o fascínio e o gosto pelos estudos, o educando terá a iniciativa de buscar o seu próprio conhecimento, descobrindo que a maior e melhor escola é aquela que existe dentro de si. Ele mesmo se encarregará de buscar os infinitos conhecimentos e experiências que existem e esperam por ele, resumindo-se em saber despertar, conscientizar e confiar.

Desta forma, é necessário buscar o verdadeiro sentido da palavra ‘escola’, sendo um lugar de prazer, alegria e satisfação intelectual. É preciso repensar a formação do professor, que deve estar sempre aberto ao novo, refletindo cada vez mais sobre a sua função, adquirindo o gosto pelo ensinar, não se prendendo apenas ao conhecimento teórico, ao conteúdo, mas sim em uma prática que se alimentam de um querer aprender cada vez mais para poder transformar sua prática pedagógica em sala de aula.

1.1.1 – Sequências de Ensino-Aprendizagem (TLS) Teaching-Learning Sequence

Uma notável linha de investigação no ensino de ciências, vem sendo objeto de estudo desde o início do ano 1980, envolvendo a concepção e a implantação no currículo de sequencias orientada por tópicos e não a longo prazo

(MÉHEUT; PSILLOS, 2004). Pesquisadores vem desenvolvendo vários tipos de atividades instrucionais com o objetivo de ajudar os alunos a compreender o conhecimento científico (MÉHEUT; PSILLOS, 2004). Apesar que vários termos tenham sido utilizados anteriormente, o termo '*Teaching–Learning Sequence (TLS)*' foi introduzido recentemente em Simpósios e Congressos Internacionais e segundo Nicolau et al. (2013), no Brasil vem sendo objeto de estudo de alguns pesquisadores para denotar a estreita ligação entre as propostas de ensino e a aprendizagem.

Uma TLS são atividade de ensino-aprendizagem com enfoque intervencionista inspirada na investigação educacional baseada em duas vertentes: uma epistêmica, ou seja, que relaciona como o conhecimento funciona com o mundo material, suposições sobre métodos científicos, processos de elaboração e validação do conhecimento científico que fundamentaram a sequência. E outra pedagógica, que é o papel do professor nas escolhas das partes para serem trabalhadas com seus alunos e os tipos de interação entre professor-aluno e aluno-aluno.

Segundo Méheut & Psillos (2004) existem dois passos envolvidos em uma TLS, ou seja, projeto e validação. *A priori* o professor/pesquisador descreve e justifica o projeto de atividades de ensino-aprendizagem e os processos esperados de ensino-aprendizagem. O professor pode usar tal ferramenta quando preparar as sequências, que também serve de um guia para observações de sala de aula com perspectiva de produzir boas estruturas didáticas o suficiente para ensinar a prática.

A posteriori ocorre a validação do processo de ensino-aprendizagem, que é uma abordagem metodológica visando a comprovação da eficácia de sequência de ensino-aprendizagem, que pode ocorrer externamente, comparando o processo com outros alunos do mesmo nível de ensino, onde é validado o estado cognitivo inicial do aluno com o estado cognitivo final e internamente, com os alunos objeto da pesquisa, onde é validado o estado cognitivo do aluno em todo o processo.

Para que isso Méheut (2005) propõe algumas tendências quanto aos projetos de algumas TLS, relacionando as pesquisas relacionadas ao Ensino de Ciências com um losango didático, onde cada um dos vértices representam um componente básico no processo de ensino-aprendizagem: o Professor, os Alunos, o

Conhecimento Científico e o Mundo Material, abordando as dimensões epistemológicas e pedagógicas, como podemos ver na Figura 1.

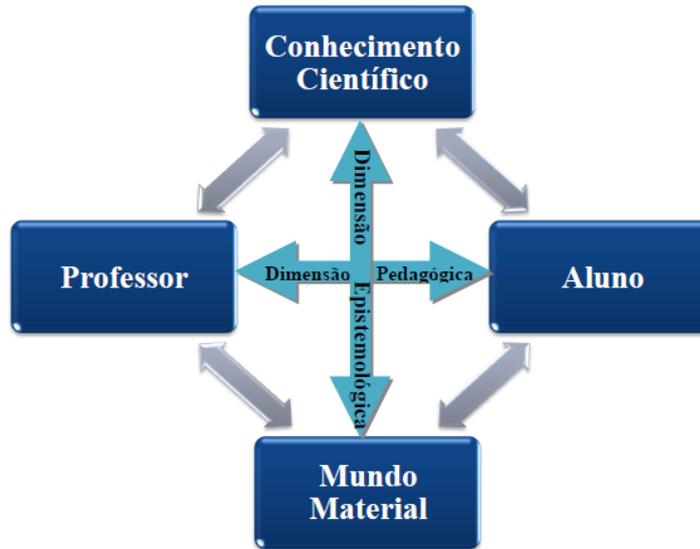


Figura 1: Losango didático

O losango didático destacamos no eixo vertical a dimensão epistêmica, ou seja, como o conhecimento funcional em relação ao mundo material e no eixo horizontal a dimensão pedagógica, ou seja, as escolhas que o professor deverá fazer para serem trabalhadas junto aos seus alunos.

Méheut (2005), descreve o que podemos encontrar ao longo dos eixos:

“Ao longo do eixo epistêmica, por exemplo, encontramos suposições sobre métodos científicos, os processos de elaboração e validação de conhecimentos científicos que fundamentam a concepção da sequência. Ao longo do eixo pedagógico, vamos encontrar escolhas sobre o papel do professor, tipos de interação entre professor e alunos e, perto do vértice "estudantes", as interações entre os alunos”.

Próximo ao vértice do Mundo Material do aluno são colocadas as concepções das formas espontâneas de como o aluno compreende os fenômenos físicos, já no vértice do Conhecimento Científico do aluno são abordadas as atitudes para com os conhecimentos científicos.

Segundo Méheut (2005), esse tipo de representação:

“[...] permite a organização das várias considerações colocadas em jogo durante o processo de elaboração de uma TLS, e indica a relativa dependência entre as dimensões epistêmica e a pedagógica. Combinando as duas dimensões nos diz mais sobre a interação entre o epistemológico e os componentes pedagógicos do projeto de um TLS”.

A TLS é um tipo de atividade que segundo Liysen (1995) é uma espécie de “Pesquisa de Desenvolvimento” onde o desenvolvimento do currículo em pequena escala é atrelado a pesquisa dos processos de ensino-aprendizagem em sala de aula, utilizando para isso uma modelo de “estrutura didática”.

Para Lijsen & Klaassen (2004), a “estrutura didática” para o desenho de uma TLS deve ser acompanhada por seis fases, como podemos notar na Tabela 1:

Tabela 1: Fases do desenvolvimento de uma TLS

Fases	Descrição	Tratamento
1	Orientando e evocando um interesse global e motivo de um estudo sobre um tema específico.	Trazer situações em que envolvam os conhecimentos do mundo real dos alunos sobre o tema.
2	Estreitar esse motivo global para uma necessidade específica do conteúdo para adquirir mais conhecimento.	Utilizar o conhecimento do seu mundo real para incentivá-los a formular, no âmbito do contexto escolhido, um problema prático.
3	Ampliando os conhecimentos dos alunos, partindo do motivo global, fazendo com que eles tenham a necessidade de aprofundar os seus conhecimentos científicos.	Desenvolver nível de conhecimento prático das generalizações empíricas. Chegando a representar a necessidade de compreensão mais profunda sobre o tema.
4	Aplicar esse conhecimento em situações para as quais o conhecimento foi desenvolvido.	Aplicando este conhecimento em outras situações.
5	Criação, em vista do motivo global, uma necessidade de uma reflexão sobre a habilidade envolvida.	Situações que leva os estudantes a investigar sistematicamente como algo pode ocorrer, obtendo resultando mais preciso, buscando por algum tipo de compreensão mais profunda
6	Desenvolver uma ferramenta contextualizada meta-cognitiva para um melhor desempenho desta habilidade	O desenvolvimento de uma orientação teórica e um nível de conhecimentos teóricos

Fonte: Lijsen & Klaassen (2004)

Esse tipo de abordagem problematizadora, em que partimos dos conhecimentos prévios dos alunos para atingir o conhecimento científico que pode vir a alcançar resultados didáticos importantes, segundo Lijsen & Klaassen (2004):

“O caráter da problematização da nossa abordagem é, em particular, que se reflete na inter-relação entre os motivos e os conhecimentos que vão ser desenvolvidos. Uma característica geral da nossa abordagem é o papel de um "motivo global", relativo à sequência como um todo, ligado a uma série de "motivos locais" que motivam suas principais fases”.

Dessa forma a transição dos conhecimentos prévios dos alunos para níveis qualitativos e quantitativos de generalizações empíricas, faz com que eles formulem e queiram resolver problemas práticos que tenha algum significado em sua vida, nesse sentido é provável que mais alunos vão entender e gostar do que se pretende ensinar (LIJSEN; KLAASSEN, 2004).

Segundo Lijsen & Klaassen (2004), está característica,

“[...] juntamente com a maneira em que este problema é resolvido, subsequentemente, que pode ser considerado um resultado importante didático, quando comparado com outras abordagens em que as dificuldades conceituais envolvidas são negligenciadas ou abordadas inadequadamente”.

1.2 - A Experimentação em Física

A Física está fortemente presente em muitos aspectos do nosso cotidiano. No entanto, ainda é compreendida pelos alunos como algo distante da sua realidade. A partir do pressuposto de que a ciência é um processo de criação, através de experimentos simples e trabalhos em equipes, associaremos o conhecimento científico ao prazer da descoberta, fornecendo uma nova maneira de abordar determinados assuntos relacionados à Física e estimulando a curiosidade do aluno, favorecendo sua criatividade para a investigação mais detalhada dos conceitos trabalhados em sala de aula. Segundo Lenz & Florczak (2012),

“No cotidiano da sala de aula de Física, o professor se depara com um grande desafio: desenvolver um novo conceito através das abstrações de nossos raciocínios e conseguir torná-lo concreto na mente dos alunos. [...] Experiências simples em sala de aula podem contribuir para a atenção e confiança dos alunos nos assuntos que o professor desenvolve teoricamente em sala de aula”.

O ensino de Física deve estar apoiado em experiências que proporcionam maior envolvimento do aluno, capazes de favorecer o desenvolvimento de atitudes favoráveis que conduzirão a uma melhor aprendizagem e ao gosto e prazer em aprender. Julgamos fundamental considerar os conhecimentos prévios dos alunos, pois como afirmam os PCNs do Ensino Médio:

“[...] é imprescindível considerar o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima ou distante, os objetos e fenômenos com que efetivamente lidam, ou os problemas e indagações que movem sua curiosidade. Esse deve ser o ponto de partida e, de certa forma, também o ponto de chegada. Ou seja, feitas as investigações, abstrações e generalizações potencializadas pelo saber da Física, em sua dimensão conceitual, o conhecimento volta-se novamente para os fenômenos significativos ou objetos tecnológicos de interesse, agora com um novo olhar, como o exercício de utilização do novo saber adquirido, em sua

dimensão aplicada ou tecnológica”. (BRASIL. Ministério da Educação 2000)

Devemos considerar os conhecimentos prévios dos alunos, para que eles reformulem conceitos, antes adquiridos de forma empírica e até mesmo de forma errônea, para que depois da realização de um experimento, eles possam reformular e corrigir os seus conceitos antes adquiridos de forma errada, pois como afirma Feynman, “as coisas devem ser aprendidas só para serem desaprendidas ou, mais provavelmente, a serem corrigidas”. Além disso, um dos princípios ou até mesmo a definição de Física, segundo Feynman, Leighton, & Sands, (2009) é:

“O teste de todo o conhecimento é o experimento. O experimento é o único juiz da "verdade" científica. [...] Experimento, por si só, ajuda a produzir essas leis, no sentido de que nos dão dicas. Mas também é preciso imaginação para criar dessas dicas as grandes generalizações - para adivinhar os padrões belos e simples, mas muito estranhos, que estão por baixo dela, e depois experimentar para checar novamente se fizemos as suposições corretas”.

Portanto, o professor deve relacionar o conhecimento científico ao prazer da descoberta, fornecendo uma nova maneira de abordar determinados assuntos relacionados à Física e estimulando a curiosidade do aluno, favorecendo sua criatividade para a investigação mais detalhada dos conceitos trabalhados em sala de aula.

1.3 - Tipos de Experimentos ou Laboratórios didáticos de Física

Os tipos de Experimentos ou Laboratórios Didáticos de Física, segundo alguns autores, são divididos por categorias, entre elas quanto à disposição, interação ou objetivos (Ribeiro, Freitas e Miranda 1997); quanto às atividades (Rosa 2003); quanto às metodologias (Carlos, et al. 2009) e que dependem do enfoque ou da abordagem experimental. (Alves Filho 2000)

1.3.1 - Laboratório Didático quanto à disposição

Para Ribeiro, Freitas & Miranda (1997) temos dois tipos de laboratórios didáticos de Física relacionados à disposição, interação ou objetivos. Eles são os laboratórios estruturados e os laboratórios não estruturados.

Os Laboratórios Estruturados fornecem informações detalhadas de todos os procedimentos para a realização dos experimentos. É como se fosse uma receita

de como o estudante deve agir para montar os equipamentos e com um roteiro que tem que conter introdução, objetivos e procedimentos para obtenção dos resultados desejados.

Já o Laboratório não Estruturado somente especifica os objetivos e os procedimentos. Montagens e realizações dos experimentos ficam a cargo dos estudantes. É aquele que conduz o estudante à busca de respostas para alguma pergunta e todo o roteiro deve conter introdução, objetivos e procedimentos para auxiliar o estudante na determinação dos objetivos de uma experiência.

1.3.2 - Laboratório Didático quanto à atividade

Um dos laboratórios didáticos que temos quanto à atividade é o Motivacional, onde o professor é um facilitador e incentivador das atividades realizadas pelos alunos, buscando sempre atividades para aproximar os conceitos científicos dos conceitos cotidianos. Segundo Rosa (2003), que atribui ao professor a função de não apenas “transmitir conhecimento”, mas de possibilitar estratégias que facilitem e incentivem a aprendizagem.

Já o Laboratório Funcional é aquele no qual o estudante tem em mãos experimentos com materiais de fácil manuseio e de baixo custo. Isso faz com que o aluno tenha contato com os experimentos. Com isso, pode se tornar um elemento motivador, desmistificando as atividades experimentais.

Temos também o Laboratório Didático com enfoque Epistemológico, que faz com que o estudante construa o seu conhecimento. Para Ribeiro, Freitas & Miranda (1997), “os guias ou roteiros conduzem o estudante a identificar a estrutura do conhecimento, isto é, sua natureza, e como ele é produzido no laboratório”.

E ainda temos o Laboratório com enfoque Instrucional, que visa o processo de ensino e aprendizagem, onde as atividades são facilitadoras, que mostram de maneira simples como os modelos e as teorias estão relacionadas com o seu cotidiano, relacionando a teoria à prática, tornando os conceitos físicos mais claros para os alunos. Segundo Laború (2015), o Laboratório Instrucional é baseado com foco no ensino e na aprendizagem, pois:

“... possibilita verificar, ver ou demonstrar, de maneira simples, didática, os conceitos difíceis de entender [...], fica mais palpável, menos abstrato, permitindo visualizar como as coisas acontecem, não ficando somente na imaginação [...], promove o desenvolvimento (dos conceitos) e o aprendizado (inclusive) duradouro”. (LABURÚ 2015)

1.3.3 - Laboratório Didático quanto à Metodologia

Segundo Carlos (2009), os Laboratórios Didáticos ou Experimentos são classificados de acordo com a Tabela 2:

Tabela 2: Tipos de Experimentos ou Laboratórios Didáticos quanto a Metodologia

Tipos de Experimentos ou Laboratórios Didáticos	
Tipos de Experimentos	Descrição
Demonstrativos com aparatos de montagem simples	De caráter demonstrativo, experimentais simples, utilizando-se sucatas e objetos do cotidiano. Neste enfoque, as propostas experimentais buscam ilustrar conceitos e fenômenos estudados anteriormente na sala de aula, numa postura verificacionista dos conteúdos abordados, subtendendo a ciência como uma leitura objetiva da realidade.
Quantitativos com aparatos de montagem simples	Experimentos que não são tão precisos quanto os aparatos profissionais, as atividades parecem objetivar o desenvolvimento de uma suposta “habilidade científica”, no cuidado com o processo de medição, utilização da teoria dos erros, em direção à formação no aluno de uma metodologia da ciência experimental.
Quantitativos com aparatos sofisticados e precisos	Experimentos para o desenvolvimento de habilidades científicas, que utilizam aparatos experimentais mais sofisticados e precisos, tais como aqueles utilizados nos laboratórios de Física básica das universidades.
Problematizadores	Atividades experimentais que se baseiam numa proposta de ensino investigadora. Neste caso, o experimento realiza um papel importante como ponte de ligação entre os conteúdos que se quer ensinar e os conhecimentos e experiências que os alunos possuem, materializados através de suas interpretações.
Reconstruções de Aparatos Históricos	Atividades a partir de reconstruções de experimentos históricos, fidedignas ou híbridas, ou atividades guiadas por referencial histórico.
Portadores de necessidades especiais	Experimentos direcionados a alunos com necessidades especiais.

Fonte: Carlos, et al. (2009)

1.3.4 - Laboratórios Didáticos Quanto ao Enfoque ou à Abordagem Experimental

Segundo Alves Filho (2000), existem outros tipos de laboratórios didáticos de Física, dependendo do seu enfoque ou de suas abordagens experimentais, como indica o quadro 3:

Tabela 3: Laboratórios Didáticos Quanto ao Enfoque ou à Abordagem Experimental.

Laboratórios Didáticos	
Tipos de Laboratórios	Características
Experiências de cátedra ou laboratório de demonstrações	O papel ativo é do professor, enquanto ao aluno cabe a atribuição de mero espectador.
Laboratório tradicional ou convencional	Participação ativa do aluno, a atividade é acompanhada por um texto-guia, altamente estruturado e organizado (tipo cook-book), que serve de roteiro para o aluno.
Laboratório divergente	Possibilita ao estudante trabalhar com sistemas físicos reais, oportunizando a resolução de problemas (estabelecidos pelo professor) cujas respostas não são pré-concebidas, adicionadas ao fato de poder decidir quanto ao esquema e ao procedimento experimental a ser adotado.
Laboratório de projetos	Este tipo de laboratório está mais vinculado ao treinamento de uma futura profissão, no caso, a de Físico, do que ao ensino de modo geral.
Laboratório biblioteca	Consiste em experimentos de rápida execução, permanentemente montados à disposição dos alunos, tal como os livros de uma biblioteca.

Fonte: Alves Filho (2000)

Além destes tipos de propostas de laboratórios didáticos de Física, segundo Alves Filho (2000), podemos citar:

“...outras como o laboratório de “fading” (Pimentel e Saad em 1979); prateleira de demonstrações de Mecânica (Sekkel e Muramatsu – 1976) e Eletricidade (Alves Filho e outros – 1976) e laboratório circulante (Saad e Pimentel - 1979a e b) e Saad (1983), que se apresentaram como alternativas para o laboratório didático”. (Alves Filho 2000).

Porém, estas propostas não transformaram nem acrescentaram em relação ao ensino e aprendizagem de Física no Ensino Fundamental e Médio, porque, segundo Alves Filho (2000), “algumas deles ficaram restritas ao terceiro grau.”

CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA

“A ciência é uma atividade baseada em pessoas, como todo empreendimento humano, e igualmente sujeita à moda e ao capricho.”

Paul Davies

2.1 - Local da Realização da Pesquisa e Coleta de Dados

Este trabalho foi realizado na ETEC “Profª Marinês Teodoro de Freitas Almeida”, na cidade de Novo Horizonte, Estado de São Paulo, fundada em 1º de setembro de 2009, que somente oferecia cursos de Técnico em Administração e Técnico em Comércio. O ano de 2010 foi marcado pela implantação de duas classes do Ensino Médio Regular, num total de 80 alunos. Como a escola estava em fase de implantação, não possuía Laboratório de Física, Química e Biologia, bem como também não tinha nenhum equipamento de laboratório.

Atualmente, o Laboratório de Física, Química e Biologia já está em funcionamento, porém somente com equipamentos de Química e Biologia, que foram priorizadas pela necessidade da implantação do Ensino Técnico Integrado ao Médio em Meio Ambiente.

A Escola possui seis classes do Ensino Técnico Integrado ao Médio (ETIM), na modalidade de ensino de tempo integral, funcionando nos períodos da manhã e tarde, nas quais são oferecidos o Ensino Técnico Integrado ao Médio em Meio Ambiente e o Ensino Técnico Integrado ao Médio de Técnico em Informática, a aproximadamente 230 alunos, além de fornecer, no período noturno, cursos técnicos profissionalizantes.

2.2 - Participantes da Pesquisa

A pesquisa foi realizada com 80 alunos das primeiras séries do Ensino Médio, sendo 40 alunos do ETIM Técnico em Meio Ambiente e 40 alunos do ETIM Técnico em Informática, 80 alunos das segundas séries do Ensino Médio, sendo 40 alunos do ETIM Técnico em Meio Ambiente, 40 alunos do ETIM Técnico em Informática e 68 alunos das terceiras séries do Ensino Médio, sendo 37 alunos do ETIM Técnico em Meio Ambiente e 31 alunos do ETIM Técnico em Informática.

2.3 - Ferramentas utilizadas na pesquisa

Como na nossa pesquisa estamos realizando várias sequências de ensino-aprendizagem (TLSs), onde utilizamos atividades experimentais nas quais o aluno é quem está montando e manipulando os experimentos, buscando relacionar a atividade experimental com os conceitos relacionados à Física, utilizamos o diário de campo, que é um instrumento, que pode ser um caderno ou uma folha com questões preestabelecidas, em que os alunos registam os resultados obtidos com as atividades experimentais para posteriormente serem interpretadas. Em algumas atividades experimentais eles realizavam as anotações em seus cadernos, onde respondiam aos questionamentos feitos pelo professor. Em outros, os questionários já eram elaborados anteriormente pelo professor para que os alunos pudessem responder.

2.4 - Realização dos Experimentos

Para a realização dos experimentos, foram separadas as duas turmas, ETIM Informática, com 40 alunos, e ETIM Meio Ambiente, também com 40 alunos, em cinco ou seis equipes com no máximo oito participantes cada.

Uma semana antes da realização de cada um dos experimentos, solicitamos para que os alunos providenciassem os materiais a serem utilizados. Todas as explicações sobre as montagens dos experimentos eram passadas nesse momento, pois caso surgissem dúvidas, tínhamos tempo hábil para dirimi-las, pois, os experimentos deveriam estar prontos na semana seguinte, durante as realizações das atividades.

As montagens dos experimentos ficaram por conta dos alunos, que deveriam providenciá-las fora do horário destinado à aplicação das atividades. Elas poderiam ser montadas em suas residências. Eram disponibilizadas as dependências da escola, onde eles poderiam contar com a ajuda de um Assistente de Laboratório.

2.5 - Experimentos para a Primeira Série do Ensino Médio

2.5.1 - Lançamento Horizontal e Oblíquo

A presente TLS apresentada na Tabela 4 tem como finalidade conceituar os movimentos de objetos nos lançamentos horizontais e oblíquos, a partir da

análise das grandezas físicas envolvidas e relacioná-las com os conceitos dos movimentos retilíneos uniforme e uniformemente variado, além da decomposição de vetores. Para a realização dessa sequência de ensino-aprendizagem foram necessárias três semanas (6 aulas de 50 min) e participaram 80 alunos de duas primeiras séries do ensino médio, separados em cinco grupos de cada série.

Tabela 4: Etapas da TLS Lançamento Horizontal.

Etapas	Conteúdos	Metodologia e Ferramentas
1º. Apresentação das atividades e levantamento do conhecimento prévio. Duração: 50 min. (1ª fase)	<ul style="list-style-type: none"> Tipos de lançamentos no cotidiano. Movimento Uniforme e Uniformemente Variado. 	<ul style="list-style-type: none"> Roda de discussão sobre os tipos de lançamentos no cotidiano. Anotação no quadro sobre a relação entre os tipos de lançamentos e movimentos realizados.
2º. Revisão dos conteúdos Movimento Uniforme Uniformemente Variado. Duração: 50 min. (2ª fase)	<ul style="list-style-type: none"> Movimento Uniforme Movimento Uniformemente Variado. 	<ul style="list-style-type: none"> Apresentação dos conteúdos em resolução de algumas situações-problemas.
3º. Realização da primeira atividade prática. Duração: 50 min. (3ª fase)	<ul style="list-style-type: none"> Lançamento Horizontal. 	<ul style="list-style-type: none"> Colocar a mangueira/esguicho nas seguintes alturas: 20 cm, 45 cm, 80 cm e 1,25 m. Anotar no relatório os alcances obtidos. Aumentar o fluxo de água e fazer a anotação do que ocorreu.
4º. Realização dos cálculos do tempo de queda e da velocidade do fluxo de água. Duração: 100 min. (4ª fase)	<ul style="list-style-type: none"> Movimento Uniforme. Movimento Uniformemente Variado. 	<ul style="list-style-type: none"> Com o uso de uma calculadora, fazer os cálculos do tempo de queda e a velocidade aproximada de lançamento. Observar que as velocidades encontradas são valores aproximados devido ao fluxo de água.
5º. Conclusão e Avaliação Duração: 50 min. (5ª e 6ª fases)	<ul style="list-style-type: none"> Retomada dos conceitos. Avaliação. 	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação e análise dos relatórios de cada grupo, feito pelo professor. <i>Feedback.</i> Discussões e retomada dos conceitos Movimento Uniforme e Uniformemente Variada.

Na primeira etapa, fizemos a apresentação da TLS e separamos as turmas em cinco equipes com oito participantes cada. As equipes deveriam

providenciar os materiais necessários para a realização dos experimentos. Também neste momento, fizemos uma discussão sobre os tipos de lançamentos que eles conheciam e como era o comportamento destes lançamentos, expediente que nos possibilitou levantar os conhecimentos prévios dos alunos.

Na segunda etapa, realizamos uma retomada dos conteúdos Movimento Uniforme e Movimento Uniformemente Variado, com a realização de alguns exercícios no quadro, estabelecendo a relação com estes tipos de movimentos e o lançamento na horizontal.

Durante a terceira etapa, realizamos a primeira atividade prática da TLS, com duração de 50 minutos, que foi verificar o comportamento da água quando lançada na horizontal. Para tal, foram utilizados a torneira do pátio da escola para realização do lançamento da água, a régua, que sugerimos para o posicionamento do esguicho nas alturas 20 cm, 45 cm, 80 cm e 1,25 m. Durante o lançamento, os grupos utilizaram a fita métrica para medir os alcances do jato de água e um relatório (APÊNDICE I) para ser preenchido durante a realização do experimento. Neste momento, os alunos responderam o que ocorreu com o alcance máximo atingido pelo jato de água, quando aumentamos o fluxo de água que sai da torneira. Um grupo respondeu: *“com o aumento do fluxo de água, a velocidade de lançamento também aumenta, logo, o alcance será maior”*. Outro grupo deu a seguinte explicação: *“como aumenta a quantidade de água, o alcance será maior”*.



(a)



(b)

Figura 2 (a) Alunos preparando a realização do Lançamento Horizontal, (b) Alunos realizando o Lançamento Horizontal.

Fonte: Elaborado pelo Autor

Foi possível observar, como mostrado nas Figuras 2 (a) e (b), que a participação foi ativa dos grupos de alunos durante a realização das atividades. Alguns realizavam as medições e outros efetivaram os lançamentos e as anotações no relatório. Para ilustrar, vamos expor duas anotações realizadas por duas equipes, como indicado na Tabela 5:

Tabela 5: Apresentação dos Alcances dos Lançamentos Horizontais anotados pelos alunos de dois grupos.

Altura (cm)	Alcance (cm)	Altura (cm)	Alcance (cm)
20	32	20	30
45	61	45	58
80	71	80	69
125	84	125	82

Fonte: Elaborado pelo Autor

Na quarta etapa, os grupos realizaram a segunda atividade do relatório, com duração de 100 minutos. Com os dados obtidos com as medidas dos alcances, os grupos, em sala de aula, utilizando uma calculadora e adotando a aceleração da gravidade 10 m/s^2 , realizaram os cálculos para verificar qual era o tempo aproximado de queda e a velocidade de lançamento, como mostramos nos dados obtidos por um grupo na tabela 6.

Tabela 6: Tempo de queda e Velocidade de Lançamento no Lançamento horizontal.

Altura (cm)	Alcance (cm)	Tempo de Queda (s)	Velocidade de Lançamento (m/s)
20	32	2	16
45	61	3	20,3
80	71	4	17,75
125	84	5	16,8

Durante as realizações desta atividade, pudemos observar que a maioria dos grupos sentia dificuldades no momento da realização dos cálculos, onde foi necessário que fizéssemos mediação e ajuda. Na quinta etapa, realizamos uma avaliação dos relatórios preenchidos pelas equipes e concluímos, dando o *feedback* dos resultados obtidos por cada equipe, retomando os conceitos de Movimento Uniforme e Uniformemente Variado.

Dando continuidade, agora para o lançamento oblíquo, para a realização dessa sequência de ensino-aprendizagem foram necessárias três semanas (6 aulas de

50 min) e participaram 80 alunos de duas primeiras séries do ensino médio, separados em cinco grupos de cada série. Realizamos a verificação do comportamento da água quando o lançamento for oblíquo, como visto na TLS da Tabela 7. Sugerimos os ângulos notáveis de 30° , 45° , 60° e 90° . Os alunos utilizaram a torneira do pátio com o esguicho, um transferidor para medir o ângulo de lançamento, uma fita métrica para realizar as medições das alturas máximas e os alcances máximos atingidos pelo jato de água, como mostrado nas Figuras 3 (a) e (b). Cada atividade foi registrada em um relatório (APÊNDICE I).

Tabela 7: Etapas da TLS Lançamento Oblíquo e Lançamento do Foguete de PET.

Etapas	Conteúdos	Metodologia e Ferramentas
6º. Apresentação das atividades e levantamento do conhecimento prévio. Duração: 50 min. (1ª e 2ª fases)	<ul style="list-style-type: none"> Tipos de lançamentos no cotidiano. Movimento Uniforme e Uniformemente Variado. Decomposição de vetores. 	<ul style="list-style-type: none"> Roda de discussão sobre os tipos de lançamentos no cotidiano. Anotação no quadro sobre a relação entre a velocidade de lançamento e as componentes horizontal e vertical.
7º. Realização da segunda atividade prática. Duração: 50 min. (3ª fase)	<ul style="list-style-type: none"> Lançamento Oblíquo. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilizando o transferidor e a régua, colocar a mangueira/esguicho nas seguintes os ângulos de 30°, 45°, 60° e 90°. Anotar no relatório os alcances e as alturas atingidas. Questionar em qual ângulo o alcance do jato de água é maior.
8º. Realização dos cálculos do tempo necessário para atingir a altura máxima e a velocidade do fluxo de água. Duração: 100 min.	<ul style="list-style-type: none"> Movimento Uniforme no Lançamento Oblíquo. Movimento Uniformemente Variado no Lançamento Oblíquo. 	<ul style="list-style-type: none"> Com o uso de uma calculadora, fazer os cálculos do tempo para atingir a altura máxima e a velocidade aproximada de lançamento. Observar que as

(4ª fase)		velocidades encontradas são valores aproximados devido ao fluxo de água.
9º. Conclusão e Avaliação Duração: 50 min. (5ª e 6ª fase)	<ul style="list-style-type: none"> Retomada dos conceitos. Avaliação. 	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação e análise dos relatórios de cada grupo, feito pelo professor. <i>Feedback.</i> Discussões e retomada dos conceitos de Movimento Uniforme e Uniformemente Variado no Lançamento Oblíquo.
10º. Instruções para a montagem do foguete de garrafa de PET. Duração: 50 min.	<ul style="list-style-type: none"> Instruções sobre a montagem do foguete de PET. (Anexo I) 	<ul style="list-style-type: none"> Duas garrafas iguais, uma para o corpo do foguete e outra para a base de lançamento. Utilizar como combustível propelente vinagre e bicarbonato de sódio.
11º. Lançamento dos foguetes de PET	<ul style="list-style-type: none"> Lançamento para obter o alcance máximo. 	<ul style="list-style-type: none"> Os grupos disputam qual foguete obterá o maior alcance.



(a)



(b)

Figura 3: (a) Alunos na preparação do Lançamento Oblíquo, (b) Alunos realizando o Lançamento Oblíquo.

Fonte: Elaborado pelo Autor

Na sexta etapa, aproveitamos para retomar como se realiza a decomposição de vetores, pois necessitamos das componentes verticais e horizontais da velocidade para a realização dos cálculos necessários na realização da oitava etapa.

Já na sétima etapa, os alunos realizaram a segunda atividade prática, que foi realizar as medidas das alturas máximas atingidas pelo jato de água e o alcance máximo, como descrevemos na Tabela 8. Ainda nesta etapa, os alunos responderam em qual ângulo o alcance foi maior e se esse era o único ângulo que o alcance era o máximo. Um grupo respondeu: “o ângulo de 45° , ao fazer testes com outros ângulos, o alcance foi menor.”. Outro grupo afirmou: “ 45° , o maior alcance é o de 45° ”.

Tabela 8: Apresentação dos Alcances e Alturas dos Lançamentos Oblíquos anotados pelos alunos

Ângulo de Lançamento	Altura Máxima (cm)	Alcance Máximo (cm)
30°	6	29
45°	11	35
60°	15	28
90°	18,5	0

Fonte: Elaborado pelo Autor

Já na oitava etapa, com duração de 100 minutos, os alunos, utilizando uma calculadora, completaram os quadros do relatório, como indicamos na Tabela 9, realizando os cálculos da velocidade aproximada de cada um dos lançamentos e fazendo a conclusão do relatório. Durante a realização desta etapa, pudemos observar que os grupos tiveram grande dificuldade na realização dos cálculos. Por isso, fizemos as mediações e fornecemos ajuda de alunos monitores dos grupos que já tinham terminado os cálculos.

Tabela 9: Tempo para atingir a altura máxima e a velocidade no Lançamento Oblíquo

Ângulo de Lançamento	Altura Máxima (cm)	Alcance Máximo (cm)	Tempo (s) Altura Máxima	Velocidade de lançamento (m/s)
30°	6	29	1,09	21,9
45°	11	35	1,48	20,8
60°	15	28	1,73	19,9
90°	18,5	0	1,92	19,2

Fonte: Elaborado pelo Autor

Finalmente, na nona etapa, foi realizada a avaliação dos relatórios preenchidos pelos alunos e discutidos os resultados obtidos pelas equipes. Para finalizar a sequência didática, na décima etapa e na décima primeira etapa, foi realizada uma competição de lançamento de foguetes, onde venceu a equipe que obteve o maior alcance. Os alunos utilizaram garrafas de PET, como podemos constatar nas Figuras 4 (a) e (b), para montar os foguetes, além da plataforma de lançamento, vinagre e bicarbonato de sódio como combustível propelente (propulsão química). Também optamos, por indicação dos alunos, pela utilização de uma plataforma de lançamento adaptada para ser encaixada uma bomba de ar (propulsão a ar).

Quando misturamos bicarbonato de sódio NaHCO_3 com vinagre ou ácido acético CH_3COOH obtemos etanoato de sódio CH_3COONa , gás carbônico CO_2 e água H_2O .



(a)



(b)

Figura 4: (a) Alunos soltando o Foguete de Propulsão a ar, (b) Alunos soltando o Foguete de Propulsão Química.

Fonte: Elaborado pelo Autor

Após a finalização desse bloco de atividades, junto aos alunos, foi realizada a análise dos resultados e a verificação da aprendizagem.

2.6 - Experimentos para a Segunda Série do Ensino Médio

2.6.1 - Lei dos Gases

Realizamos uma TLS, que foi composta por quatro momentos, tendo como objetivo mostrar os efeitos da temperatura e da pressão sobre os corpos. Os conteúdos abordados, Termologia e Termodinâmica, são indicados para alunos da segunda série do Ensino Médio. Esta sequência de ensino-aprendizagem (descrevemos as etapas na Tabela 10) foi realizada com duas turmas da segunda série do Ensino Médio, cerca de 80 alunos, com duração de três semanas e meia (7 aulas de 50 min). Os alunos de cada turma foram separados em seis equipes, pois a disponibilidade do laboratório é de seis bicos de Bunsen.

Tabela 10: Etapas da TLS Lei dos Gases

Etapas	Conteúdos	Metodologia e Ferramentas
1ª Apresentação das atividades e levantamento do conhecimento prévio. Duração: 50 min. (1ª e 2ª fases)	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura e Calor no cotidiano. 	<ul style="list-style-type: none"> • Roda de discussão sobre os efeitos da temperatura e do calor no cotidiano. • Fazer anotação no quadro sobre os conhecimentos sobre temperatura e calor.
2ª. Realização da atividade experimental. Duração: 10 min. (3ª e 4ª fases)	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura e Calor, • Estudo dos gases. 	<ul style="list-style-type: none"> • Com uma lata de alumínio vazia (tipo de refrigerante), colocar um pouco de água. • Questionar os grupos: A lata está vazia?
3ª. Realização da atividade experimental. Duração: 10 min. (3ª e 4ª fases)	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura e Calor, • Mudança de Fases da água. 	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar a lata com a água no bico de Bunsen para que a água evapore completamente. • Questionar os grupos sobre o que vai acontecer com a água e sobre a “fumaça” que está saindo da lata.
4ª. Realização da atividade experimental. Duração: 30 min. (3ª e 4ª fases)	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura e Calor. • Mudança de Fases da água. • Estudo dos gases. • Efeitos da Pressão no Volume dos corpos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Após a água evaporar completamente, pedir para que os grupos virem a lata em água gelada e observem o que ocorre.

<p>5ª. Conclusão e Avaliação da atividade experimental. Duração: 50 min. (5ª e 6ª fases)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Retomada dos conceitos. • Avaliação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação e análise dos relatórios de cada grupo, feito pelo professor. • <i>Feedback</i>. Discussões e retomada dos conceitos Pressão, Volume e Temperatura.
<p>6ª. Pesquisa sobre as Leis dos Gases. Duração: Uma semana para pesquisa e montagem da apresentação. (5ª fase)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leis dos Gases. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propor para os grupos uma pesquisa em revistas, livros e/ou sites sobre as Leis dos Gases, contendo as Leis e os Físicos. • Fazer uma apresentação das pesquisas realizadas em <i>Power point</i>.
<p>7ª. Seminário Leis dos Gases. Duração: 100 min. (5ª fase)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leis dos Gases 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação e explicação dos alunos sobre as Leis dos Gases.
<p>8ª. Leitura e elaboração de textos sobre as contribuições da Física para o desenvolvimento tecnológico e a sociedade moderna. Duração: 50 min. (5ª fase)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leis dos Gases • Funcionamento do motor de combustão. 	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura do texto: Funcionamento do Motor de Combustão Interna (Anexo I). • Elaboração de um texto sobre as contribuições da Física no cotidiano.
<p>9ª. Conclusão e Avaliação Duração: 50 min. (6ª fase)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Retomada dos conceitos. • Avaliação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação e análise dos relatórios de cada grupo, feito pelo professor. • <i>Feedback</i>. Discussões e retomada dos conceitos: Leis dos Gases, funcionamento do motor por combustão e os efeitos da temperatura e da pressão sobre os corpos.

Na primeira etapa, fizemos uma sondagem inicial, levantando os conhecimentos prévios dos alunos sobre os efeitos da temperatura e calor no cotidiano. Na sequência, anotamos as observações no quadro durante as discussões. Também apresentamos as atividades e os materiais que seriam utilizados durante todas as etapas da sequência didática.

Já na segunda etapa, propomos que os alunos colocassem um pouco de água dentro da lata (Figura 5). Neste momento, foram questionados para responderem em seus relatórios (APÊNDICE II) se a lata estava vazia. Durante a mediação, observamos que a maioria respondeu que não, pois tinham acrescentado água. Neste momento, realizamos outra pergunta para complementar a anterior, se existia outra substância além da água dentro da lata e os resultados obtidos foram os apresentados no gráfico da Figura 5.



Figura 5: (a) e (b) Alunos realizando o Experimento Leis dos Gases

Fonte: Elaborado pelo Autor

2.6.2 - Associação de Espelhos Planos

Para a realização desta sequência didática como descrita na Tabela 11, foram utilizados para cada uma das equipes dois espelhos planos, transferidor, fita adesiva e o relatório (APÊNDICE III), atividade aplicada com as duas turmas da segunda série do Ensino Médio, sendo 40 alunos ETIM Informática e 40 ETIM Meio Ambiente. Para a realização dos experimentos, as turmas foram separadas em cinco equipes contendo no máximo oito alunos cada, com duração de duas semanas (4 aulas de 50 min), que teve como objetivo de estabelecer que a quantidade de imagens formadas pelas associações dos espelhos está relacionada com o ângulo formado entre os espelhos e também deduzir uma equação que relaciona a quantidade de imagens formadas com o ângulo entre os espelhos.

Tabela 11: Etapas da SD Associação de Espelhos Planos

Etapas	Conteúdos	Metodologia e Ferramentas
1ª Apresentação das atividades e levantamento do conhecimento prévio. Duração: 50 min. (1ª e 2ª fases)	<ul style="list-style-type: none"> Reflexão da Luz 	<ul style="list-style-type: none"> Aula expositiva sobre reflexão da luz e a formação de imagens nos espelhos planos.
2ª. Realização da atividade experimental. Duração: 20 min. (3ª e 4ª fases)	<ul style="list-style-type: none"> Reflexão da Luz. Associação de Espelhos Planos. 	<ul style="list-style-type: none"> Associar os dois espelhos planos e fixar com a fita crepe. Com o transferidor, abrir a associação nos seguintes ângulos: 120°, 90°, 60°, 45°, 36°, 30° e 0°. Anotar a quantidade de imagens formadas no relatório. (Apêndice III)
3ª. Realização da atividade experimental. Duração: 10 min. (3ª e 4ª fases)	<ul style="list-style-type: none"> Reflexão da Luz. Associação de Espelhos Planos. 	<ul style="list-style-type: none"> Utilizando a associação, responder a questão: Qual o ângulo que devemos colocar a associação de espelhos para obtermos 14 imagens?
4ª. Realização da atividade experimental. Duração: 20 min. (3ª e 4ª fases)	<ul style="list-style-type: none"> Reflexão da Luz. Associação de Espelhos Planos. 	<ul style="list-style-type: none"> Fazer com que os grupos estabeleçam a relação entre o número de imagens, o ângulo, respondendo a seguinte questão: Existe alguma relação entre a quantidade de imagens e o ângulo formado entre os espelhos? Caso exista, qual é essa relação?
5ª. Conclusão e Avaliação da atividade experimental. Duração: 50 min. (5ª e 6ª fases)	<ul style="list-style-type: none"> Retomada dos conceitos. Avaliação. 	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação e análise dos relatórios de cada grupo, feito pelo professor. <i>Feedback.</i> Discussões e conclusões sobre associação de dois espelhos planos.

Durante a realização dos experimentos, participamos como mediadores dos conhecimentos dos alunos, quando surgisse alguma dúvida durante a

apresentação dos resultados, principalmente quanto estavam realizando a contagem das imagens formadas pela associação dos espelhos. Sempre que a quantidade de imagens não era condizente com o ângulo especificado, pedíamos para que fossem verificados novamente, até que as quantidades de imagens formadas estivessem de acordo com a equação de formação de imagens que deveríamos chegar à conclusão final.

Para a realização da segunda etapa da sequência didática, os espelhos foram associados com os ângulos de 120° , 90° , 60° , 45° , 36° , 30° e 0° (Espelhos em paralelo), como na Figura 6.



(a)



(b)

Figura 6: Alunos realizando os experimentos (a) Formação de imagens no ângulo de 60° (obtiveram seis imagens) – mediador interferindo para a formação correta das imagens; (b) Alunos preenchendo os relatórios.

Fonte: Realizada pelo autor

2.7 - Experimentos para a Terceira Série do Ensino Médio

Realizamos os experimentos com as terceiras séries do ETIM, sendo 31 alunos da terceira série do ETIM de Informática e 37 alunos da terceira série do ETIM de Meio Ambiente. Fizemos com cada uma das turmas uma divisão de grupos de, no máximo, oito alunos por grupo. Durante a realização das atividades, o professor atuou como mediador, sempre fazendo as intervenções quando necessário.

As explicações de como as equipes deveriam montar os experimentos foi dada uma semana antes de sua realização. Utilizamos nesta ocasião o quadro

branco, no qual fizemos a representação esquemática de como proceder para fazer a sua montagem, como mostrado na Figura 7.

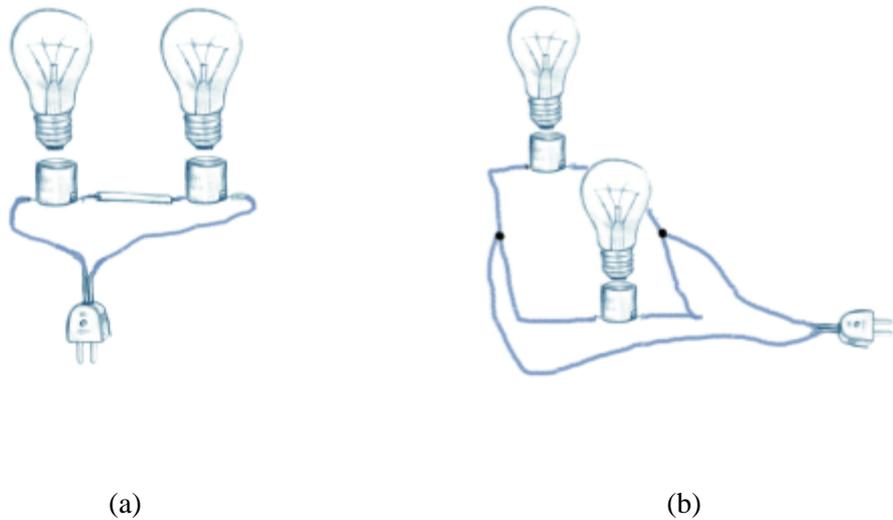


Figura 7: Esquemas de Montagem: (a) Associação em série com duas lâmpadas 110 V; (b) Associação em paralelo com duas lâmpadas 220 V.

Fonte: Elaborada pelo autor

2.7.1 - Associação de Lâmpadas em Série

Para a realização desta TLS, como descrito na Tabela 12, utilizamos duas lâmpadas de 220 V de mesma potência, duas lâmpadas de 110 V de mesma potência, dois soquetes, uma tomada, fio para conectar os soquetes com a tomada, um suporte (tábua), fita isolante, um multímetro para cada equipe realizar as medições e um relatório (APÊNDICE IV). Atividade aplicada com as duas turmas da terceira série do Ensino Médio, 68 alunos. Para a realização dos experimentos, as turmas foram separadas em quatro equipes contendo no máximo oito alunos cada, com duração de uma semana e meia (3 aulas de 50 min).

Tabela 12: Etapas da SD Associação de Lâmpadas em Série

Etapas	Conteúdos	Metodologia e Ferramentas
1ª Apresentação das atividades e levantamento do conhecimento prévio.	<ul style="list-style-type: none"> Associação de resistores em série. Medidas elétricas. 	<ul style="list-style-type: none"> Roda de discussão sobre os tipos de instalações elétricas existentes. Montagens dos grupos.

<p>Duração: 50 min. (1ª e 2ª fases)</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Explicação de como fazer a montagem dos experimentos. • Apresentação e manipulação do multímetro.
<p>2ª. Realização da atividade experimental. Duração: 30 min. (3ª e 4ª fases)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Associação de resistores em série. • Medidas elétricas 	<ul style="list-style-type: none"> • Com a associação de lâmpadas em série montada, fazer as medidas elétricas no circuito e anotar na tabela. (Apêndice IV)
<p>3ª. Realização da atividade experimental. Duração: 20 min. (3ª e 4ª fases)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Associação de resistores em série. • Medidas elétricas • Diferença de potencial nas associações em série. • Corrente elétrica nas associações em série. • Resistência elétrica nas associações em série. 	<ul style="list-style-type: none"> • Feitas as medições, responder as questões do relatório. • Qual é a relação entre a tensão total e a tensão em cada resistor? • Qual é a relação entre as correntes totais e a corrente que atravessa cada resistor? • Qual é a relação entre a resistência total e a resistência de cada resistor?
<p>4ª. Conclusão e Avaliação da atividade experimental. Duração: 50 min. (5ª e 6ª fases)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Retomada dos conceitos. • Avaliação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação e análise dos relatórios de cada grupo, feito pelo professor. • <i>Feedback</i>. Discussões e retomada dos conceitos de associação de resistores em série.

Na primeira etapa, foi realizada uma sondagem inicial para verificar os conhecimentos prévios dos alunos. Para isso, realizamos a seguinte pergunta: “O que acontece quando retiramos uma das lâmpadas das associações? A outra lâmpada ficará acesa ou apagará?”

Depois de realizada a sondagem inicial, foi distribuído um multímetro para cada um dos grupos, para que realizassem as medições da tensão elétrica, da corrente elétrica e da resistência elétrica da associação em série, conforme mostrado na Figura 8, além do pedido para que completassem a Tabela 13 e depois respondessem às questões do relatório (APÊNDICE IV).

Tabela 13: Associação de lâmpadas em série

	Lâmpada 1	Lâmpada 2	Total
Tensão Elétrica (voltagem)	98	99	200
Corrente Elétrica (A)	0,41	0,41	0,41
Resistência Elétrica (Ω)	240	241	484

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 8: Alunos realizando as medições com o multímetro.

Fonte: Elaborada pelo autor

Para a terceira etapa da sequência, como visto na Figura 8, foi feita a pergunta seguinte: “Qual é a relação entre a tensão elétrica de cada lâmpada com a tensão total?” O objetivo foi de levar o aluno a relacionar que a tensão elétrica U total é igual à soma da tensão elétrica da primeira lâmpada U_1 com a tensão elétrica da segunda lâmpada U_2 , ou seja:

$$U = U_1 + U_2$$

Neste sentido, podemos destacar algumas respostas dadas pelos grupos: “A relação é que a soma das duas lâmpadas dá o valor do total”, porém, o grupo não chegou a este resultado. E ainda: “A soma da tensão das lâmpadas 1 e 2 é aproximadamente a tensão total”. Nesse momento, foi necessária uma intervenção para explicar o motivo do valor encontrado ser aproximado, pois, além de existir um fio entre as duas lâmpadas, há também as possíveis oscilações ocorridas na tensão fornecida pela rede elétrica.

Em seguida, foi realizada outra intervenção, com a seguinte pergunta: “O que ocorre se trocarmos as lâmpadas de 110 V pelas de 220 V? Faça a troca das lâmpadas para ver o que ocorre”. Com isso, eles observaram que “o brilho da lâmpada ficou menor”, como mostrado na Figura 9 (b). Continuamos intervindo com a seguinte questão: “Então, qual é o motivo do brilho ser menor?” Um grupo observou que “quando ligamos duas lâmpadas de 110 V em série, temos o total de 220 V, mas ao ligar as duas de 220 V, somamos 440 V, maior que a voltagem da tomada que ligamos”. Entretanto, os outros grupos não souberam responder a esse questionamento.



(a)



(b)

Figura 9: (a) Duas lâmpadas 110 V associadas em série e (b) duas lâmpadas 220 V associadas em série

Fonte: Elaborada pelo autor

Em seguida, foi questionado o seguinte: “Existe uma relação entre a corrente total da associação e a corrente que percorre cada lâmpada? Caso exista, qual é essa relação?” Nosso intuito foi o de relacionar que a corrente que atravessa cada lâmpada i_1 a i_2 é igual à corrente elétrica total i do circuito, ou seja:

$$i = i_1 = i_2$$

Todos os grupos chegaram à mesma conclusão: que a corrente que atravessa a associação em série é sempre a mesma. Desta parte, podemos destacar algumas respostas inferidas pelos grupos: “sim, elas são iguais” e “ligadas em série, todas as correntes são iguais”. Neste momento, foi retomada a questão feita no início da investigação, ou seja, “qual é o motivo para explicar o fato de que, quando retiramos uma das lâmpadas, a outra não acende?” Obtivemos as seguintes respostas: “é que, ao retirarmos uma lâmpada, a corrente não passará para a outra lâmpada” e “quando retiramos uma lâmpada, é como se tivéssemos quebrado o fio e aí não passará corrente para a outra lâmpada”.

Em relação à última questão: “Existe uma relação entre a resistência total da associação e a resistência de cada lâmpada? Caso exista, qual é essa relação?”, a mesma foi elaborada com o objetivo de verificar que a resistência elétrica total R da associação de lâmpadas é igual à soma das resistências R_1 e R_2 de cada uma das lâmpadas, ou ainda:

$$R = R_1 + R_2$$

Novamente intervenções foram realizadas, pois os valores foram aproximados, motivo de existir um fio conectando as duas lâmpadas. A sequência didática foi finalizada com a realização de uma avaliação dos relatórios, além das considerações finais sobre as observações realizadas durante as atividades. Por fim, recapitulamos os conceitos sobre as propriedades da associação de resistores em série.

2.7.2 - Associação de Lâmpadas em Paralelo

Para a realização desta sequência didática, como relatamos as etapas na Tabela 14, utilizamos duas lâmpadas de 220 V de mesma potência, duas lâmpadas de 110 V de mesma potência, dois soquetes, uma tomada, fio para conectar os soquetes com a tomada, um suporte (tábua), fita isolante, um multímetro para cada equipe para realizar as medições e um relatório (APÊNDICE IV). Para a realização dos experimentos, as turmas foram separadas em quatro equipes contendo no máximo oito alunos cada, com duração de uma semana e meia (3 aulas de 50 min).

Tabela 14: Etapas da SD Associação de Lâmpadas em Paralelo

Etapas	Conteúdos	Metodologia e Ferramentas
1ª Apresentação das atividades e levantamento do conhecimento prévio. Duração: 50 min. (1ª e 2ª fases)	<ul style="list-style-type: none"> • Associação de resistores em paralelo. • Medidas elétricas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Roda de discussão sobre os tipos de instalações elétricas existentes. • Explicação de como fazer a montagem dos experimentos.
2ª. Realização da atividade experimental. Duração: 30 min. (1ª e 2ª fases)	<ul style="list-style-type: none"> • Associação de resistores em paralelo. • Medidas elétricas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Com a associação de lâmpadas em paralelo montadas, fazer as medidas elétricas no circuito e anotar na tabela. (Apêndice V)
3ª. Realização da atividade experimental. Duração: 20 min. (3ª e 4ª fases)	<ul style="list-style-type: none"> • Associação de resistores em paralelo. • Medidas elétricas. • Diferença de potencial nas associações em paralelo. • Corrente elétrica nas associações em paralelo. • Resistência elétrica nas associações em paralelo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Feitas as medições, responder às questões do relatório. • Qual é a relação entre a tensão total e a tensão em cada resistor? • Qual é a relação entre as correntes totais e a corrente que atravessa cada resistor? • Qual é a relação entre a resistência total e a resistência de cada resistor?
4ª. Conclusão e Avaliação da atividade experimental. Duração: 50 min. (5ª e 6ª fases)	<ul style="list-style-type: none"> • Retomada dos conceitos. • Avaliação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação e análise dos relatórios de cada grupo, feito pelo professor. • <i>Feedback</i>. Discussões e retomada dos conceitos de associação de resistores em paralelo.

Na primeira etapa, foi realizada uma sondagem inicial para verificar os conhecimentos prévios dos alunos. Para isso, realizamos a seguinte pergunta: “*O que acontece quando retiramos uma das lâmpadas das associações? A outra lâmpada ficará acesa ou apagará?*”

Com o multímetro e o relatório (APÊNDICE V), cada grupo realizou as medições da tensão elétrica, da corrente elétrica e da resistência elétrica da

associação em paralelo, completando a Tabela 15 e depois respondendo às questões do relatório.

Tabela 15: Associação de lâmpadas em paralelo

	Lâmpada 1	Lâmpada 2	Total
Tensão Elétrica (voltagem)	206	206	205
Corrente Elétrica (A)	0,24	0,24	0,50
Resistência Elétrica (Ω)	857	858	420

Fonte: Elaborada pelo autor

Com a questão 2 do relatório (“Qual é a relação entre a tensão elétrica de cada lâmpada com a tensão total?”), o objetivo foi levar o aluno a relacionar que a tensão elétrica total U é igual às tensões elétricas U_1 e U_2 das lâmpadas, ou seja:

$$U = U_1 = U_2$$

Onde podemos destacar algumas respostas dadas pelos grupos: “a relação entre a tensão elétrica total e de cada lâmpada é constante” e “continua a mesma”. Em seguida, foi realizada outra intervenção com a seguinte pergunta: “O que ocorre se trocarmos as lâmpadas de 110 V pelas de 220 V? Faça a troca das lâmpadas para ver o que ocorre e atenção ao ligar a associação. Desligue rapidamente”, como mostramos na Figura 10.

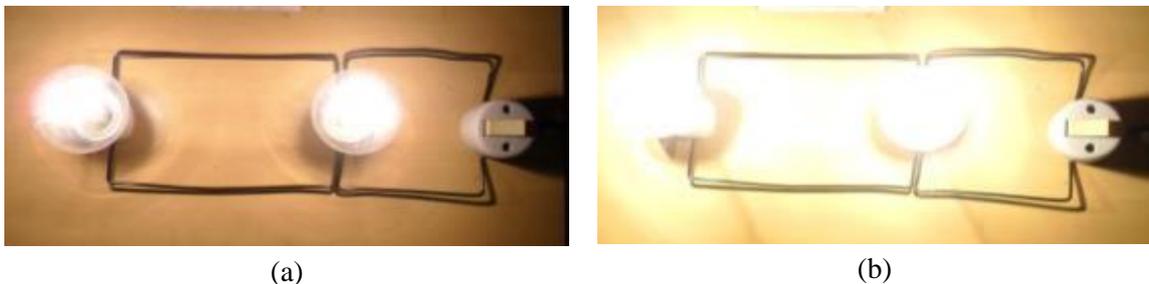


Figura 10: (a) duas lâmpadas 220 V associadas em paralelo e (b) duas lâmpadas 110 V associadas em paralelo.

Fonte: Elaborada pelo autor

Com isso, eles observaram que “o brilho da lâmpada ficou maior”. Continuamos intervindo com a seguinte questão: “então qual é o motivo do brilho ser menor?” Um grupo observou que “quando ligamos duas lâmpadas de 220 V em paralelo, a voltagem fica a mesma, mas ao ligar as duas de 110 V, é como se tivesse ligado um aparelho 110 V em uma tomada de 220 V”. Durante a realização desse experimento, alguns grupos queimaram a lâmpada de 110 V.

Com a questão 5 do relatório (“Existe uma relação entre a corrente total da associação e a corrente que percorre cada lâmpada? Caso exista, qual é essa relação?”), tivemos o intuito de relacionar que a corrente elétrica total i é igual à soma das correntes elétricas i_1 e i_2 que percorrem as duas lâmpadas, ou seja:

$$i = i_1 + i_2$$

Todos os grupos chegaram à mesma conclusão e podemos destacar algumas respostas inferidas pelos grupos: “existe, pois, a corrente elétrica da lâmpada 1 somada à corrente da 2, que será a total” e ainda: “sim, é aproximadamente a soma da que percorre por cada lâmpada”. Intervimos nesse momento para explicar o motivo de encontrar valores aproximados. Em seguida, retomamos a questão feita no início da investigação, ou seja, “qual é o motivo para explicar o fato de que, quando retiramos uma das lâmpadas, a outra permanece acesa?” Obtivemos as seguintes respostas: “é que na associação os fios são separados e a corrente é dividida, acendendo a outra lâmpada” e “como a corrente é a soma, quando tiramos uma lâmpada, continua indo corrente para a outra”.

A questão 6 do mesmo relatório (“Existe uma relação entre a resistência total da associação e a resistência de cada lâmpada? Caso exista, qual é essa relação?”) que teve como objetivo de verificar que o inverso da resistência elétrica total R da associação de lâmpadas é igual à soma dos inversos das resistências R_1 e R_2 de cada uma das lâmpadas, ou ainda:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Novamente tivemos que fazer intervenções, pois os grupos não conseguiram chegar à conclusão que desejávamos. A TLS foi finalizada, realizando uma avaliação dos relatórios, com a explanação das considerações finais sobre as observações realizadas durante as atividades. Recapitulamos os conceitos sobre as propriedades da associação de resistores em paralelo.

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

“O aprendizado é aquilo que fica depois que o esquecimento faz o seu trabalho”.

Rubem Alves

Como um dos nossos maiores objetivos era levar o aluno a ser o protagonista na realização das atividades experimentais. Todas as atividades propostas foram realizadas em equipe e as montagens e execuções dos experimentos ficaram sob a responsabilidade de cada equipe, cabendo ao professor/pesquisador o papel de mediador destas realizações, fazendo intervenções quando necessário.

Para a montagem dos experimentos, sempre foi dado um prazo para a apresentação, pois, com isso, os grupos poderiam tirar as dúvidas quanto à montagem dos experimentos e tal expediente foi realizado de várias formas, durante as aulas, nos intervalos e até mesmo através de redes sociais. Adotamos essa prática de trabalho em grupos por considerarmos uma maneira na qual os alunos teriam mais interatividade, comunicabilidade, cooperação, colaboração, organização, interesse e participação. Podemos notar que, durante as realizações das atividades, os nossos objetivos foram atingidos.

Nas atividades realizadas para as primeiras séries do Ensino Médio, os alunos já tinham contato com os conteúdos de Movimento Uniforme e Uniformemente Variado, no qual a atividade foi de verificação dos conceitos já trabalhados em sala de aula. Destacamos que um dos pontos onde os alunos tiveram grande dificuldade foi no momento das realizações das medições das alturas máximas atingidas pelo jato de água e do alcance, pois eles não estavam colocando o esguicho na posição correta. Em tal ocasião, foi necessária a intervenção do professor. Além disso, também notamos dificuldades na realização dos cálculos dos lançamentos oblíquos, pois, além da intervenção do professor, indicamos alunos monitores para ajudarem os grupos que não estavam conseguindo realizar tais cálculos.

A atividade de lançamento dos foguetes chamou bastante atenção, pois mobilizou não apenas o grupo que confeccionou o foguete e seus colegas de sala, mas também outros alunos e toda a comunidade escolar, desde funcionários até professores.

Para as atividades realizadas com a segunda série do Ensino Médio, realizamos uma TLS em nove etapas, relacionando as Leis dos Gases e o funcionamento dos motores por combustão. Na primeira atividade, foi observado que 58% dos alunos já possuem o conhecimento prévio que, além da água colocada dentro da lata, ela possui gases, mas 42% dos alunos ainda não possuía esse conhecimento. Enquanto um grupo respondeu: “*Não. Ela contém água e gases encontrados no ar*”, outro grupo deu a seguinte resposta: “*Não. Porque colocamos somente água*”.

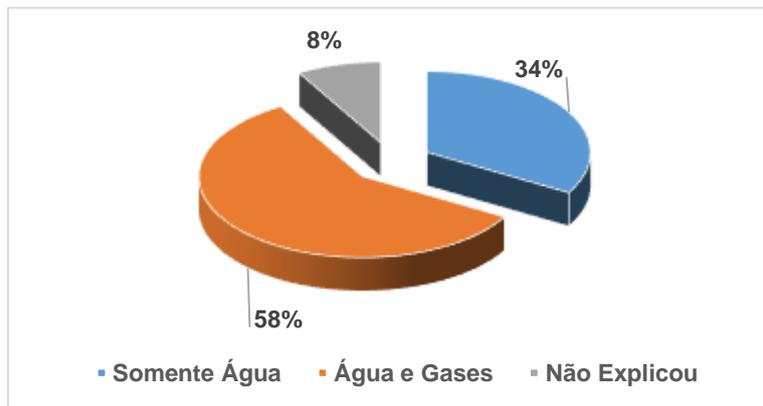


Figura 11: A lata está vazia? Existe alguma substância dentro da lata além da água que foi colocada? Explique.

Fonte: Elaborado pelo Autor

Dando continuidade, na terceira etapa, a lata foi colocada na chama do fogo e foram feitos dois outros questionamentos, “O que irá ocorrer com a água?”. Como observamos no gráfico da Figura 12, a maioria (92% dos alunos) respondeu corretamente, mas um dos grupos respondeu a questão da seguinte forma: “*Vai ocorrer a dilatação das moléculas da água*”. Durante o aquecimento da água, fizemos a terceira pergunta: “O que é essa ‘fumaça’ que está saindo da lata?”. No gráfico da Figura 7, pudemos observar que 67% responderam que era vapor de água e 33% deram outras respostas como, “*Essa fumaça é vapor (plasma)*” e “*É a água entrando em ebulição (entrando em estado gasoso)*”.



Figura 12: O que vai acontecer com a água?

Fonte: Elaborado pelo Autor

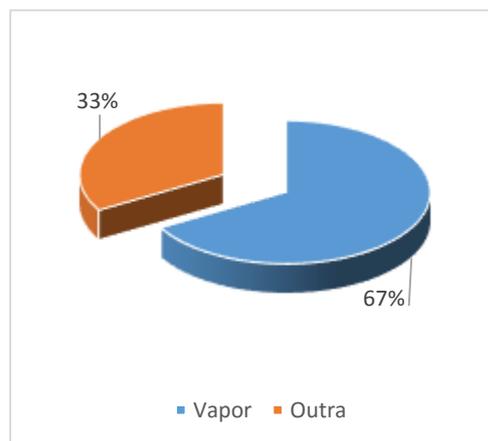


Figura 13: Qual é a explicação desta “fumaça” que está saindo da lata?

Fonte: Elaborado pelo Autor

O comando seguinte era: depois que a água tenha evaporado completamente, virar a lata dentro do recipiente com água gelada e responder a seguinte questão, “O que ocorre com a lata ao ser colocada em água gelada?”. Durante a realização desse experimento, o esperado era que a lata implodisse quando colocada em água gelada, devido à diferença de pressão, como vemos na Figura 14 (a), mas com alguns grupos a lata sugou a água do recipiente: Figura 14 (b).



(a)



(b)

Figura 14: (a) Lata implodida, (b) Água entra na lata devido à diferença de pressão.

Fonte: Elaborado pelo Autor

Pelo gráfico mostrado na Figura 15, notamos que, para 42% dos grupos pesquisados, não obtivemos os resultados esperados inicialmente, pois era esperado que a lata implodisse.

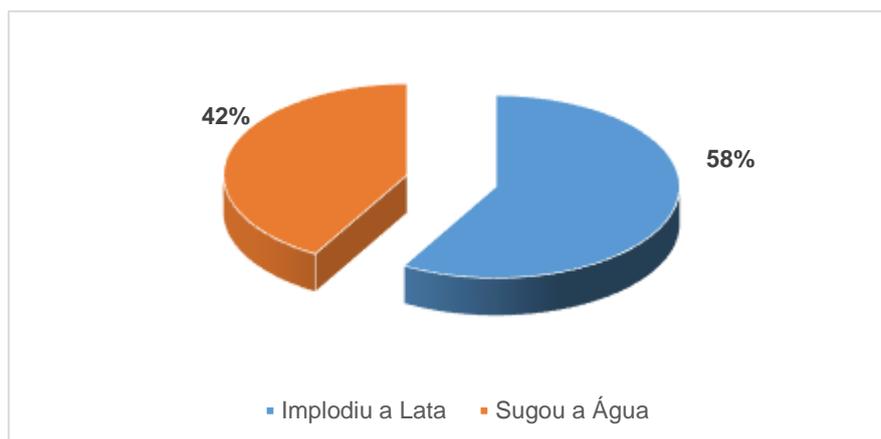


Figura 15: Gráfico: O que ocorreu com a lata?

Fonte: Elaborado pelo Autor

No entanto, durante as pesquisas realizadas entre livros, sites e publicações, não encontramos nenhum relato no qual a água poderia entrar na lata, devido à diferença de pressão, como explica Peruzzo, (2012), quando afirma que “a pressão interna da lata fica bem menor que a pressão externa, o que provoca o esmagamento da lata”, assim como ensina Valadares, (2012), quando afirma que “a diferença de pressão dentro e fora da garrafa e da lata faz com que elas sejam esmagadas”.

Já na sexta e sétima etapas da sequência didática, propusemos uma pesquisa em revistas, livros e sites sobre as Leis dos Gases. Separamos as salas em cinco grupos com oito integrantes cada e todos os grupos fizeram a apresentação em *power-point*, como podemos observar nas Figuras 16 (a e b).



(a)



(b)

Figura 16: (a) e (b) Apresentação dos alunos sobre as Leis dos Gases

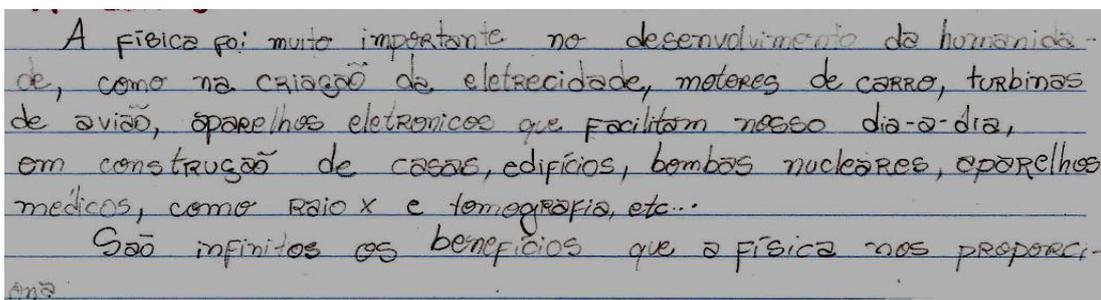
Fonte: Elaborado pelo Autor

Foi possível observar que a participação dos alunos foi efetiva e foi relatado que eles realmente fizeram as pesquisas. Um ficou responsável pela elaboração dos slides e, durante as apresentações, cada componente do grupo ficou responsável por explicar uma parte das Leis dos Gases. Além de explicar as Leis dos Gases, eles apresentaram dados históricos juntamente com os Físicos que enunciaram as Leis dos Gases.

Na oitava etapa, os alunos foram convidados a fazer a leitura do texto “Funcionamento do Motor de Combustão Interna” (ANEXO I), publicado por Jennifer Rocha Vargas Fogaça no site “Mundo Educação”. Após a leitura, foram feitas as seguintes indagações: “Existe alguma relação entre o experimento feito com a lata, o seminário sobre as Leis dos gases e o motor de Combustão? Se existir, qual é essa relação?” Todos os grupos fizeram a relação com os experimentos realizados anteriormente e podemos citar aqui um dos relatos realizados por um dos grupos:

“A relação está no processo do funcionamento do motor, onde o gás do combustível entra na câmara de combustão, aumentando o volume. Logo após, o pistão empurra o gás, mantendo o volume constante e aumentando a pressão, causando uma explosão que aumenta a temperatura. A alta pressão consequente da explosão faz com que o pistão abaixe de novo e o ciclo se repita sucessivamente.”

Finalmente, os grupos elaboraram um texto sobre as contribuições da Física para o desenvolvimento da sociedade moderna, como podemos observar na Figura 17:



A física foi muito importante no desenvolvimento da humanidade, como na criação da eletricidade, motores de carro, turbinas de avião, aparelhos eletrônicos que facilitam nosso dia-a-dia, em construção de casas, edifícios, bombas nucleares, aparelhos médicos, como Raio X e tomografia, etc.. São infinitos os benefícios que a física nos proporciona.

(a)

2) A física como todas as ciências exatas, sempre teve uma importante contribuição para o desenvolvimento tecnológico. Essa ciência sempre teve como objetivo buscar conhecer melhor o mundo e as leis que o regem, devido a isso a física sempre esteve presente nas civilizações. Toda tecnologia que temos hoje, foi desenvolvida com base nos princípios que temos no passado. Desse modo, as físicas estão sempre aprimorando e descobrindo novas tecnologias, um exemplo disso são os carros, o uso da energia nuclear, entre outros.

(b)

Figura 17: (a) Texto do Grupo 1 e (b) Texto do Grupo 2

Fonte: Elaborada pelo autor

No segundo e no terceiro momentos, observou-se que, entre os grupos, houve interação, cooperação, colaboração e participação durante as apresentações e a elaboração dos textos relacionando as contribuições da Física para o desenvolvimento tecnológico e a sociedade moderna.

Na realização do experimento de Associação de Espelhos Planos, tivemos que realizar algumas intervenções. Tal experiência foi uma das atividades na qual os grupos chegaram aos resultados esperados e que pôde ser realizada totalmente em sala de aula, sem a necessidade de um laboratório. Foi observado que, durante a realização dos experimentos, pelos resultados mostrados na Figura 13, 45% dos grupos analisados tiveram que realizar um tipo de intervenção, pois não chegaram aos valores reais das quantidades de imagens geradas, sendo que um deles estava contando também o objeto como sendo imagem. Por outro lado, 55% dos grupos não necessitaram desse tipo de intervenção.

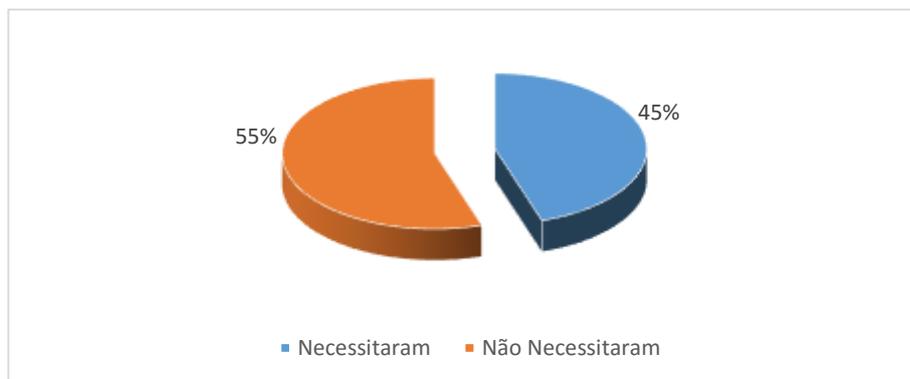


Figura 18: Intervenções Realizadas pelo Professor.

Fonte: Elaborada pelo autor

Para a terceira etapa, propusemos que verificassem em qual ângulo dever-se-ia colocar os espelhos para obtenção de 14 imagens: resultados na Figura 19.

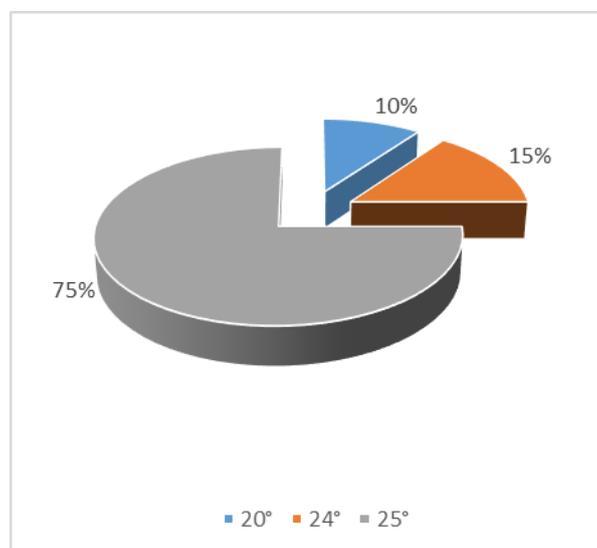


Figura 19: Ângulos obtidos pelos alunos.
Fonte: Elaborada pelo autor

Nota-se que a maioria dos grupos pesquisados (75%) chegou corretamente à resposta, que é o ângulo de 24°. Nesta ocasião, tivemos a necessidade de intervir nos grupos que não realizaram a atividade corretamente.

Na quarta etapa, os grupos, utilizando os dados observados durante a realização das atividades anteriores, foram convidados a relacionar a quantidade de imagens formadas na associação de espelhos com os ângulos formados entre eles. Neste momento, fizemos a intervenção, lembrando como eles puderam observar que as imagens formadas estão relacionadas também com um ângulo de 360°. Analisando as respostas dadas na terceira atividade, como mostramos na Figura 20, constatamos que 70% chegaram à conclusão de que o número de imagens é dado por:

$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

Onde N representa a quantidade de imagens formadas e α é o ângulo entre os dois espelhos.

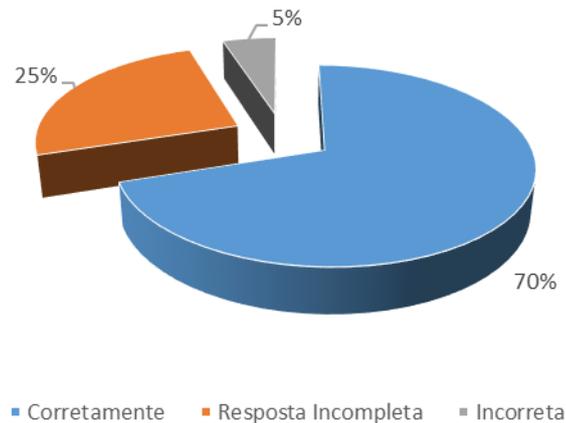


Figura 20: Relação entre o ângulo entre os espelhos e o número de imagens.
Fonte: Elaborada pelo autor

Podemos também destacar algumas respostas dadas pelos grupos, que nos serviram para intervir depois das realizações das atividades, entre elas: “*Quanto maior é o ângulo, menor será o número de imagens, sendo assim, quanto menor for o ângulo, maior será o seu número de imagens (inversamente)*”; que também é uma observação que não está totalmente incorreta, todavia, não era o que queríamos atingir com a atividade. Outra observação que requisitou intervenção foi a relação que alguns grupos tiveram: “*Sim, a relação está na soma das imagens e o objeto multiplicado pelo ângulo, que resulta em 360°* ”.

Na última atividade, propusemos uma questão: que fosse calculado o ângulo formado entre os dois espelhos para a obtenção de 15 imagens, com objetivo de uma aplicação prática da equação obtida com as atividades anteriores. Dos grupos observados que deram as respostas incorretas, 50% responderam à questão fazendo tentativas, utilizando os espelhos, mesmo sabendo da equação obtida na atividade anterior. Os outros 50% foram os grupos que não chegaram à mesma conclusão da equação que era para ser utilizada, como indicamos na Figura 21.

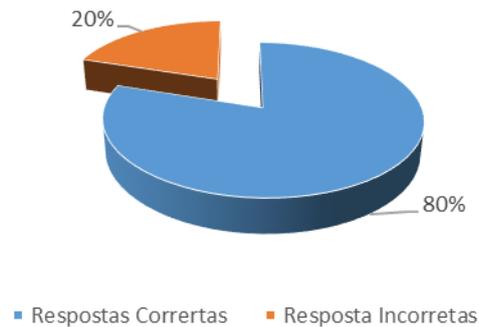


Figura 21: Aplicação Prática da Equação $N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$.

Fonte: Elaborada pelo autor

Porém, no momento em que pedimos para obter o ângulo formado entre os espelhos que formavam um total de 15 imagens, somente 50% dos grupos chegaram à conclusão corretamente.

Anteriormente à realização dos experimentos efetuados com a terceira série do Ensino Médio (associação de lâmpadas em série e em paralelo), tivemos que instruir os grupos no sentido de como deveriam manusear corretamente o multímetro para realizar as medições. Nesse momento, contamos com a ajuda de um auxiliar docente, pois julgamos absolutamente necessário, pois estávamos realizando medições elétricas. Tivemos um grupo que não realizou a montagem dos experimentos e houve a necessidade de intervenção, distribuindo os alunos junto aos outros grupos, para que não ficassem sem realizar as atividades.

Durante a realização da primeira atividade perguntamos aos alunos: “O que acontece quando retiramos uma das lâmpadas das associações? A outra lâmpada ficará acesa ou apagará?”. Obtivemos as seguintes respostas dos grupos (Figura 22). 71% dos grupos responderam: “A outra lâmpada continuará acesa”. Para 29%, a resposta foi: “A outra não vai ficar acesa”.

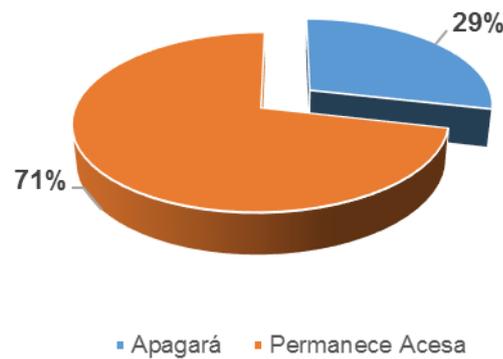


Figura 22: O que ocorre com a lâmpada?

Fonte: Elaborada pelo autor

Depois disso, pedimos para que retirassem uma das lâmpadas, para ver o que realmente ocorreria. Os grupos puderam notar que, quando retirada uma das lâmpadas da associação em série, a outra lâmpada ficava apagada.

Já para a associação de lâmpadas em paralelo iniciamos com a seguinte questão: “*O que acontece quando retiramos uma das lâmpadas das associações? A outra lâmpada ficará acesa ou apagará?*”, onde obtivemos as seguintes respostas dos grupos, como indica a Figura 23: 86% dos grupos responderam: “a outra lâmpada continuará acesa.” Já para 14%, a resposta foi: “a outra não vai ficar acesa”.

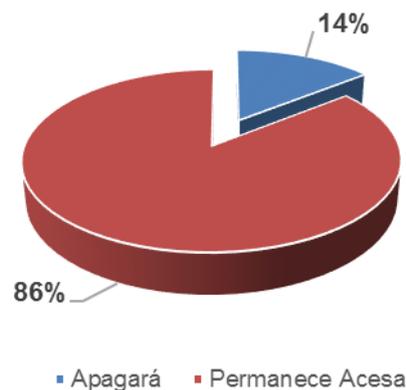


Figura 23: Questão Inicial: O que ocorre com a Lâmpada?

Fonte: Elaborada pelo autor

Depois disso, pedimos para que retirassem uma das lâmpadas para ver o que realmente ocorreria, onde os grupos puderam notar que quando retirada uma das lâmpadas da associação em paralelo a outra lâmpada ficava acesa.

Nenhum grupo chegou à conclusão de como relacionar a resistência de cada uma das lâmpadas com a resistência total. Nesta oportunidade, foi necessária a mediação do professor para chegarem às conclusões corretas.

CAPÍTULO 4 - CONCLUSÃO

Nota-se que, apesar de muitos avanços na área do ensino e aprendizagem de Física, baseados em uma abordagem de *Teaching-Learning Sequence* (TLS) ou Sequência de Ensino-Aprendizagem, utilizando materiais de fácil acesso, fácil montagem e de baixo custo, ainda encontramos materiais didáticos que são somente manuais operacionais, de como fazer a montagem dos experimentos em sala de aula, sem uma preocupação com as teorias que envolvem tais experimentos e até mesmo de como abordá-los na experiência docente.

Mesmo os trabalhos que trazem bases teóricas muitas vezes não apresentam um roteiro de como devem ser trabalhados em sala de aula, para que possam efetivamente atingir os objetivos desejados durante a realização de tais experimentos. Além disso, não trazem observações dos possíveis erros ou até mesmo de outros resultados com os quais nós podemos nos deparar durante as suas realizações.

Por isso, todos os tipos de atividades experimentais ou laboratórios didáticos de Física devem ser testados anteriormente pelos professores, pois quando surgir um erro ou outro resultado que não era o esperado inicialmente, o professor deve agir como mediador, esclarecendo as possíveis dúvidas e explicando os resultados inesperados para que a atividade experimental atinja os resultados e objetivos previstos de antemão.

Observamos também que, mesmo depois de testadas as atividades experimentais antes de sua aplicação, durante a realização das mesmas, podemos atingir resultados inesperados, como constatamos na aplicação do experimento sobre as Leis dos Gases, no qual a lata sugou a água. Portanto, o professor deve estar preparado para fazer deste resultado algo mais profícuo no processo de ensino e aprendizagem do que o experimento dito “perfeito” ou que atingiu o resultado esperado. Também notamos que o professor é fundamental para que os alunos realizem as montagens dos experimentos corretamente e precisa estar sempre disponível para dar as orientações devidas, dirimindo as possíveis dúvidas que surgirem no processo de montagem.

Como o local no qual realizamos a pesquisa não possui materiais e equipamentos de laboratório de Física suficientes (mesmo existindo um laboratório, mas com equipamentos de Química e Biologia somente), optamos pela realização

de experimentos com materiais de fácil acesso, baixo custo e recicláveis. Além disso, realizamos todas as atividades em equipes, fato que se tornou um incentivo para a participação da grande maioria dos alunos. Notamos, desta maneira, uma redução nos custos dos materiais utilizados, maior integração entre os alunos, cooperação no momento das montagens e também durante a realização dos experimentos, além de um maior interesse nas aulas de Física.

Os alunos não só aprenderam mais, como o fizeram de forma mais interativa, participativa e prazerosa. Em continuação a este projeto, novos experimentos serão montados para a elucidação dos princípios da Física. Ainda sentimos a necessidade de continuarmos os estudos, para que estas atividades sejam aperfeiçoadas, buscando sempre aproximar o aluno desta ciência, que se faz tão presente na natureza e em seu cotidiano.

O conhecimento teórico foi avaliado por meio de avaliações escritas, que continham questões discursivas e de múltipla escolha. Nesse sentido, foram abrangidos os critérios de objetividade, argumentação consistente, clareza de ideias, criatividade na resolução de problemas, organização e relacionamento de conceito. A atividade experimental em que o aluno é um protagonista nas suas realizações é muito importante para a melhoria da qualidade de ensino de Física. Todavia, ela não é um fim, mas uma ferramenta de ligação entre a teoria e a prática.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Observamos que, durante e após as realizações das atividades experimentais, houve um grande envolvimento por parte dos alunos, onde o ensino e o aprendizado da Física se fizeram com maior prazer, aguçada participação e destacado interesse. Também notamos que, após a realização de uma atividade experimental, fazia-se presente uma expectativa para se saber em qual momento seria realizada uma nova atividade do tipo, muitas vezes cobrando do professor a necessidade de realizá-las, sempre com entusiasmo. Desse modo, sabemos que as atividades necessitam de grande empenho e disponibilidade do professor, para que as mesmas aconteçam com sucesso, ou seja, o professor é a mola mestra de toda esta estrutura e o ponto fulcral de sua realização bem sucedida.

Em relação aos resultados obtidos, nem todos foram completamente satisfatórios, talvez pelo tempo despendido em algumas atividades, dedicação por parte de alguns alunos, espaço adequado para a realização das mesmas e até mesmo disponibilidade por parte do professor-pesquisador para a realização dos testes iniciais e a realização dos experimentos que seriam propostos para os grupos de alunos.

Tendo em vista estes motivos e considerações, tais atividades vão estar sempre presentes nas aulas deste professor-pesquisador, para que os possíveis resultados insatisfatórios sejam sanados e as atividades sejam redesenhadas, no sentido de que os novos resultados sejam profícuos e que sirvam de motivação para que outros professores venham a fazer uso desse tipo de atividade em sala de aula, desfrutando, assim, de um aprendizado mais eficiente, prazeroso e valorizado pelos alunos, fazendo com que eles compreendam a Física como algo que está fortemente relacionado ao seu cotidiano, tornando a aprendizagem mais significativa e justificada.

Por acreditarmos nos resultados obtidos quando os alunos trabalham em grupos e realizam montagens das atividades com materiais de fácil acesso e baixo custo, vamos propor a realização de novas atividades, nas quais os alunos sejam os protagonistas e os construtores de seus conhecimentos, sempre levando em conta o tempo de realização, materiais de baixo custo e fácil acesso, viabilidade da realização em sala de aula e interesse do aluno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES FILHO, J. P. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 174-182, 2000.

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

BRANDÃO, C. R. **O que é método Paulo Freire**. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 1981.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

CARLOS, J. G. et al. Análise de artigos sobre atividades experimentais de Física nas atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1052.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2015.

DESIGN-BASED RESEARCH COLLECTIVE. Design-based research: an emerging paradigm for educational inquiry. **Educational Researcher**, Chicago, v. 32, n. 5, p. 1-5, 2003.

FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. **Lições de física de Feynman**. Porto Alegre: Bookman, 2008. v. 1.

FREIRE, P. **A importância do ato de ler: em três artigos que se completam**. 6. ed. São Paulo: Cortez Autores Associados, 1982.

GOMES, L. C.; BELLINI, L. M. Uma revisão sobre aspectos fundamentais da teoria de Piaget: possíveis implicações para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 31, n. 2, 2009.

LENZ, J. A.; FLORCZAK, M. A. Atividades experimentais sobre conservação de energia mecânica. **Revista Física na Escola**, v. 13, n. 1, p. 17-18, 2012.

LINJSE, P. L. 'Developmental research' as a way to an empirically based 'didactical structure' of science. **Science Education**, v. 79, n. 2, p. 189-199, 1995.

- LIJSEN, P.; KLAASSEN, C. W. J. M. Didactical structures as an outcome of research on teaching-learning sequences? **International Journal of Science Education**, London, v. 26, n. 5, p. 537-554, Apr. 2004.
- MÉHEUT, M. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In: BORESMA, K. et al. (Ed.). **Research and quality of science education**. Holanda: Spring, 2005. p. 195-207.
- MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences. Aims and tools for science education. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 5, p. 515-535, 2004.
- MOREIRA, M. A. Aprendizaje significativo: um conceito subyacente. In: MOREIRA, M. A.; CABALLERO, M. C.; RODRIGUEZ, M. L. **Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo**. Burgos: Universidad de Burgos, 1997. p. 19-44.
- NICOLAU, J.; GURGEL, I.; PIETROCOLA, M. Estrutura baseada em fluxo: sequência de ensino-aprendizagem sobre relatividade do tempo. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Anais...** [Águas de Lindóia]: ABRAPEC, 2013. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1063-1.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2016.
- PERUZZO, J. **Experimentos de física básica: eletromagnetismo, física moderna e ciências espaciais**. São Paulo: Livraria da Física, 2013.
- PERUZZO, J. **Experimentos de física básica: mecânica**. São Paulo: Livraria da Física, 2012.
- PERUZZO, J. **Experimentos da física básica: termodinâmica, ondulatória e óptica**. São Paulo: Livraria da Física, 2012.
- RIBEIRO, M. S.; FREITAS, D. S.; MIRANDA, D. E. O ensino de laboratório de física na UEFS: considerações teórico-pedagógicas. **Stientibus**, n. 16, p. 123-130, 1997.
- ROSA, C. W. Concepções teórico-metodológicas no laboratório didático de física na Universidade de Passo Fundo. **Ensaio**, v. 5, n. 2, p. 13-27, 2003.
- VALADARES, E. C. **Física mais que divertida: inventos eletrizantes baseados em materiais reciclados e de baixo custo**. 3. ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2012.
- VASCONCELOS, C.; PRAIA, J. F.; ALMEIDA, L. S. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da introdução à aprendizagem. **Revista Psicologia Escolar e Educacional**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 11-14, 2003.

APÊNDICE I: LANÇAMENTOS HORIZONTAIS E LANÇAMENTOS OBLÍQUOS

Nomes _____

1º ETIM _____

Lançamentos Horizontais

Objetivos

Relacionar o alcance máximo atingido por um esguicho com o fluxo de água que sai da torneira. Calcular o tempo de queda e a velocidade de lançamento do fluxo de água.

Materiais: Torneira com esguicho, trena ou fita métrica.

Atividade I: Duração: 50 min.

Com a trena/fita métrica, com a mangueira/esguicho e a torneira abertas, fazer as medições e responder às seguintes questões:

1. Colocar a mangueira/esguicho nas alturas relacionadas na tabela e anotar os resultados obtidos.

Altura (cm)	Alcance (cm)
20	
45	
80	
125	

2. Sabendo que o fluxo de água está relacionado com a velocidade de lançamento da água, o que ocorre com o alcance se aumentarmos o fluxo de água?

Atividade II: Duração: 50 min

Com o relatório da aula anterior, uma calculadora e adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, responder às seguintes questões:

1. Completar a tabela a seguir com os valores aproximados do tempo de queda e a velocidade de lançamento.

Altura (cm)	Alcance (cm)	Tempo de Queda (s)	Velocidade de Lançamento (m/s)
20			
45			

80			
125			

2. Por que motivo as velocidades encontradas não possuem os mesmos valores?

Lançamento Oblíquo

Objetivos

Relacionar o alcance máximo e a altura máxima atingidos por um esguicho com o fluxo de água que sai da torneira e com o ângulo de lançamento. Calcular o tempo para atingir a altura máxima e a velocidade de lançamento do fluxo de água.

Materiais: Torneira com esguicho, trena ou fita métrica e transferidor.

Atividade III: Duração: 50 min

Com trena/fita métrica, o transferidor e a torneira aberta, fazer as medições e responder às seguintes questões:

1. Colocar a mangueira/esguicho nos ângulos relacionadas na tabela e anotar os resultados obtidos.

Ângulo de Lançamento	Altura Máxima (cm)	Alcance Máximo (cm)
30°		
45°		
60°		
90°		

2. Em qual ângulo o alcance foi maior? Será que esse ângulo é o máximo?

Atividade IV: Duração: 50 min

Com o relatório da aula anterior, uma calculadora e adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$, responder às seguintes questões:

1. Completar a tabela a seguir com os valores aproximados do tempo para atingir a altura máxima e a velocidade de lançamento.

Ângulo de Lançamento	Altura Máxima (cm)	Alcance Máximo (cm)	Tempo (s) Altura Máxima	Velocidade de lançamento (m/s)
30°				
45°				
60°				
90°				

Observações: Para calcular a velocidade inicial V_0 de lançamento, utilizar a equação de Torricelli: $V_y^2 = V_{0y}^2 - 2g\Delta s$, onde $V_{0y} = V_0 \cdot \sin\alpha$ e adotar $\sin 30^\circ = 0,5$; $\sin 45^\circ = 0,71$; $\sin 60^\circ = 0,87$ e $\sin 90^\circ = 1$. Para calcular o tempo para atingir a altura máxima, utilizar: $V_y = V_{0y} - gt$.

2. Como as medidas foram realizadas no mesmo esguicho, qual é o motivo de não encontrar os valores das velocidades?

Lançamento de Foguetes de Garrafa de PET

Atividade IV: Duração: 100 min

Objetivos

Construir um foguete de garrafa de PET e a sua plataforma de lançamento para verificar o alcance máximo, devido ao seu ângulo de lançamento. Proporcionar uma disputa para verificar qual dos foguetes confeccionados pelas equipes atingirá o alcance máximo.

Materiais: Duas garrafas de PET, vinagre, rolha e papel toalha.

Montagem do Experimento:

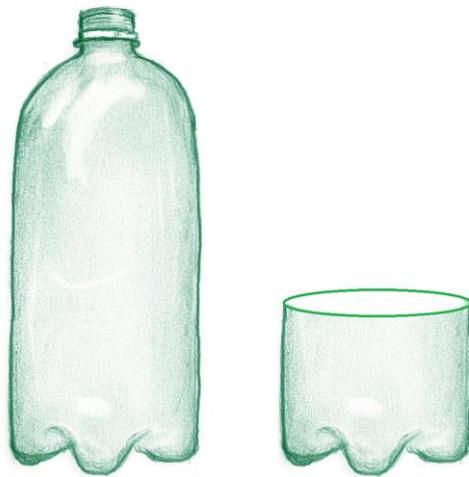


Figura1: Duas garrafas de PET



Figura 2: Rolha, Papel e Bicarbonato de sódio



Instruções de Montagem

- Cortar uma das garrafas para fazer a plataforma de lançamento, Figura 1.
- Colocar de 150 ml a 200 ml de vinagre dentro da garrafa que não foi cortada.
- Fazer um cone com o papel toalha e acrescentar uma colher de bicarbonato de sódio, colocar na boca da garrafa e tampar com a rolha, Figura 2.
- Virar a garrafa e encaixar na plataforma de lançamento, Figura 3.
- Aguardar o lançamento.

Figura 3: Base de Lançamento e Foguete.

APÊNDICE II: LEIS DOS GASES

1º. Momento: Realização de um experimento: Os efeitos da pressão atmosférica e da temperatura sobre os corpos. (50 min.)

Materiais utilizados:

- Uma lata de refrigerante;
- Um recipiente com água gelada;
- Um bico de Bunsen;
- Uma pinça ou uma luva térmica.

Realização do Experimento:

Colocar um pouco de água dentro da lata, cerca de duas colheres de sopa. Levar a lata para aquecer até que a água entre em ebulição. Durante a realização do experimento, o professor pedirá aos grupos para responderem às seguintes questões:

I - Pedir para os alunos colocarem a água dentro da lata e responderem:

1. A lata está vazia? Existe alguma substância dentro da lata além da água que foi colocada? Expliquem.

II – Colocar a lata para ser aquecida no bico de Bunsen e responder às seguintes questões:

2. O que vai acontecer com a água?

3. Qual é a explicação desta “fumaça” que está saindo da lata?

III – Depois que a água tenha evaporado completamente, virar a lata dentro do recipiente com água gelada e responder à seguinte questão:

4. O que ocorre com a lata ao ser colocada em água gelada?

5. Explique por que a lata amassa.

2º. Momento: Pesquisa sobre as Leis dos Gases Perfeitos (120 min.)

- Separar a sala em cinco grupos com oito integrantes cada e propor uma pesquisa em revistas, livros e sites sobre as Leis dos Gases (20 min.).
- Fazer uma apresentação das pesquisas realizadas em Power Point (100 min.).

3º. Momento: Leitura do texto “Funcionamento do Motor de Combustão Interna” (Anexo I), publicado por Jennifer Rocha Vargas Fogaça no site Mundo Educação, disponível na página: <http://www.mundoeducacao.com/quimica/funcionamento-motor-combustao-interna.htm> (50 min.).

Atividade 1 (10 min.): Faça a leitura do texto “Funcionamento do Motor de Combustão Interna”.

Atividade 2 (40 min.): Existe alguma relação entre o experimento feito com a lata, o seminário sobre as Leis dos Gases e o Motor de Combustão? Se existir, qual é essa relação?

4º Momento: (50 min.): Elaboração de um texto sobre as contribuições da Física para o desenvolvimento da sociedade moderna.

Atividade 1: Elaborar um texto relacionando as contribuições da Física para o desenvolvimento tecnológico e a sociedade moderna.

APÊNDICE III: ASSOCIAÇÃO DE ESPELHOS PLANOS**Grupo** _____

_____**Materiais Utilizados:**

- Dois espelhos planos retangulares com as mesmas dimensões;
- Fita adesiva;
- Transferidor;
- Um Objeto.

Objetivos:

Relacionar que a quantidade de imagens formadas pela associação dos espelhos está relacionada ao ângulo formado entre os espelhos. Deduzir a equação que relaciona a quantidade de imagens com o ângulo entre os espelhos.

Montagem do Experimento:

Fixar os dois espelhos com a fita adesiva em um dos lados com a mesma medida.

Procedimentos:

Depois de feita a montagem da associação de espelhos, colocar a associação em cada um dos ângulos, colocar um objeto entre os dois espelhos e verificar a quantidade de imagens formadas.

Atividades:

1. Completar a tabela de acordo com a quantidade de imagens formadas:

	Ângulos	Número de Imagens Formadas
A	120°	
B	90°	
C	60°	
D	45°	
E	36°	
F	30°	
G	0° Paralelos	

2. Em qual ângulo devemos colocar a associação de espelhos para obtermos 14 imagens?

3. Existe alguma relação entre a quantidade de imagens e o ângulo formado entre os espelhos? Caso exista, qual é essa relação?

4. Em qual ângulo devemos colocar a associação para obtermos 15 imagens?

APÊNDICE IV: ASSOCIAÇÃO DE LÂMPADAS EM SÉRIE

Grupo: _____

Materiais Utilizados:

- quatro lâmpadas, sendo duas 220 V e duas 110 V, de mesma potência;
- dois soquetes;
- fio para montagem do experimento;
- uma tomada macha;
- uma tábua para montagem do experimento.

**Objetivos:**

Relacionar a intensidade da corrente elétrica de cada lâmpada com a corrente total. Deduzir a equação que relaciona a resistência total com a resistência de cada resistor. Deduzir a equação que relaciona a tensão total com a tensão de cada resistor.

Procedimentos:

Questão inicial: O que acontece quando retiramos uma das lâmpadas das associações? A outra lâmpada ficará acesa ou apagará?

Depois de feita a montagem da associação de lâmpadas em série, utilizar um multímetro para realizar as medidas elétricas:

1. Completar a tabela de acordo com o valor da corrente da resistência e a tensão elétrica:

	Lâmpada 1	Lâmpada 2	Total
Tensão Elétrica (voltagem)			
Corrente Elétrica (A)			
Resistência Elétrica (Ω)			

2. Qual é a relação entre a tensão elétrica de cada lâmpada e a tensão total?
3. O que ocorre se trocarmos as lâmpadas de 110 V pelas de 220 V?

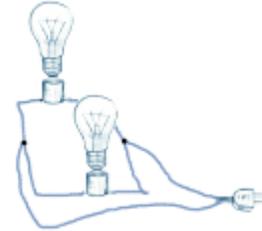
4. Qual é o motivo do brilho ser diferente do real?
5. Existe uma relação entre a corrente total da associação e a corrente que percorre cada lâmpada? Caso exista, qual é essa relação?
6. Existe uma relação entre a resistência total da associação e a resistência de cada lâmpada? Caso exista, qual é essa relação?

APÊNDICE V: ASSOCIAÇÃO DE LÂMPADAS EM PARALELO

Grupo: _____

Materiais Utilizados:

- quatro lâmpadas, sendo duas 220 V e duas 110 V, de mesma potência;
- dois soquetes;
- fio para montagem do experimento;
- uma tomada macha;
- uma tábua para montagem do experimento.



Objetivos:

Questão inicial: O que acontece quando retiramos uma das lâmpadas das associações? A outra lâmpada ficará acesa ou apagará?

Relacionar a intensidade da corrente elétrica de cada lâmpada com a corrente total. Deduzir a equação que relaciona a resistência total com a resistência de cada resistor. Deduzir a equação que relaciona a tensão total com a tensão de cada resistor.

Procedimentos:

Depois de feita a montagem da associação de lâmpadas em série, utilizar um multímetro para realizar as medidas elétricas:

1. Completar a tabela de acordo com o valor da corrente da resistência e a tensão elétrica:

	Lâmpada 1	Lâmpada 2	Total
Tensão Elétrica (voltagem)			
Corrente Elétrica (A)			
Resistência Elétrica (Ω)			

2. Qual é a relação ente a tensão elétrica de cada lâmpada e a tensão total?

3. O que ocorre se trocarmos as lâmpadas de 110 V pelas de 220 V? Faça a troca das lâmpadas para ver o que ocorre. Atenção ao ligar a associação: desligue rapidamente.
4. Qual é o motivo do brilho ser diferente do real?
5. Existe uma relação entre a corrente total da associação e a corrente que percorre cada lâmpada? Caso exista, qual é essa relação?
6. Existe uma relação entre a resistência total da associação e a resistência de cada lâmpada? Caso exista, qual é essa relação?

ANEXO

Funcionamento do Motor de Combustão Interna

Publicado por Jennifer Rocha Vargas Fogaça em “Combustíveis”, no site Mundo Educação.



Ilustração de um motor de explosão interna com quatro pistões

O combustível mais utilizado atualmente no mundo inteiro é a gasolina. O motor que normalmente equipa os automóveis movidos à gasolina é o **motor de combustão interna**, também chamado de **motor de explosão interna** ou **motor a explosão de quatro tempos**.

Os termos “combustão” e “explosão” são usados no nome desse motor porque o seu princípio de funcionamento baseia-se no aproveitamento da energia liberada na reação de combustão de uma mistura de ar e combustível que ocorre dentro do cilindro do veículo. Esse motor também é chamado de “motor de quatro tempos”, pois seu funcionamento ocorre em quatro estágios ou tempos diferentes. Conhecer como esses estágios do funcionamento do motor de combustão interna ocorrem ajuda-nos a compreender por que é importante usar gasolinas de qualidade com alto índice de octanagem. Antes, porém, veja quais são os nomes das principais partes do motor:



Partes de um motor de combustão interna

Agora veja como funciona o motor de um carro e o que ocorre em cada tempo:

1º tempo: Admissão – No início, o pistão está em cima, isto é, no chamado ponto morto superior. Nesse primeiro estágio, a válvula de admissão abre e o pistão desce, sendo puxado pelo eixo virabrequim. Uma mistura de ar e vapor de gasolina entra pela válvula para ser “aspirada” para dentro da câmara de combustão, que está em baixa pressão. O pistão chega ao ponto morto inferior e a válvula de admissão fecha, completando o primeiro tempo do motor.

2º tempo: Compressão – O pistão sobe e comprime a mistura de ar e vapor de gasolina. O tempo de compressão fecha quando o pistão sobe totalmente.

3º tempo: Explosão ou combustão – Para dar início à combustão da mistura combustível que está comprimida, solta-se uma descarga elétrica entre dois pontos da vela de ignição. Essa faísca da vela detona a mistura e empurra o pistão para baixo, fazendo com que ele atinja o ponto morto inferior.

4º tempo: Escape – A mistura de ar e combustível foi queimada, mas ficaram alguns resíduos dessa combustão, que precisam ser retirados de dentro do motor. Isso é feito quando o pistão sobe, a válvula de escape abre e os gases residuais são expulsos. Esquematicamente, temos:



Esquema de funcionamento de um motor a explosão de quatro tempos.

Esse processo inicia-se novamente e os quatro tempos ocorrem de modo sucessivo. Os pistões (carros de passeio costumam ter de quatro a seis pistões), que ficam

subindo e descendo, movem um eixo de manivela, chamado virabrequim, que está ligado às rodas por motores, fazendo-as girar e, conseqüentemente, o carro andar.

Uma analogia que pode ajudar no entendimento desse processo é pensar em como fazemos uma bicicleta movimentar-se. Fazemos com as pernas movimentos de sobe e desce, assim como os pistões do carro. As manivelas presas aos pedais da bicicleta estão conectadas à corrente, que se movimenta e faz as rodas girarem. Algo parecido ocorre no carro: o movimento de cima para baixo dos pistões gira o virabrequim, que leva a energia mecânica até o sistema de transmissão, que, por sua vez, distribui essa energia para as rodas.

Isso nos mostra que energia química (da reação química de combustão) é transformada em energia mecânica, que, por sua vez, faz as rodas do carro movimentarem-se. A energia que faz o combustível explodir vem da bateria do automóvel. Essa corrente elétrica é amplificada pela bobina e um distribuidor faz a sua divisão entre as velas em cada cilindro. Além disso, a combustão é uma reação exotérmica, liberando grande quantidade de calor. Assim, é preciso que o radiador use água para resfriar o motor e garantir que ele continue funcionando.

Veja que, no 2º tempo, se a gasolina for de baixa qualidade, os seus componentes não aguentarão tamanha pressão e poderão estourar antes da hora, antes da faísca soltar da vela, que é o que acontece no próximo estágio. Isso resulta em um menor desempenho do motor, que começa a bater pino, pois a explosão ocorre de forma tumultuada.

Disponível em: <http://www.mundoeducacao.com/quimica/funcionamento-motor-combustao-interna.htm>. Acesso em 23/06/2015