

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

OSWALDO BARBOSA LOUREDA

**IMPACTO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL NA APRENDIZAGEM
EFETIVA DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DA REDE PÚBLICA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2018

OSWALDO BARBOSA LOUREDA



**IMPACTO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL NA APRENDIZAGEM
EFETIVA DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DA REDE PÚBLICA**

Monografia apresentada como requisito parcial para aprovação no Curso de Especialização Ensino de Ciências, modalidade à distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Medianeira.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Rodrigues Blanco

EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA

MEDIANEIRA

2018



TERMO DE APROVAÇÃO

IMPACTO DA PRÁTICA EXPERIMENTAL NA APRENDIZAGEM EFETIVA DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DA REDE PÚBLICA

Por

Oswaldo Barbosa Loureda

Esta monografia foi apresentada às 10h00 h do dia **01 de Setembro de 2018** como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Ensino de Ciências – Polo de Goioerê, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

.....

Prof^o. Dr. Daniel Rodrigues Blanco
UTFPR – Santa Helena
(orientador)

Prof Dr. Adelmo Lowe Pletsch
UTFPR – Câmpus Medianeira

Prof^a. Ma. Josiane Araujo de Souza
UTFPR – Câmpus Medianeira

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Yahweh, nosso Abba, por seu amor real e poderoso em minha humilde existência, se fazendo presente em cada mínimo detalhe do meu caminhar.

Agradeço a minha família que sempre me deu suporte e apoio em minhas empreitadas, e a minha amada esposa, que tem sido uma grande inspiração em minha recente missão de Educador.

Também agradeço aos Professores da UTFPR que gentilmente participaram da minha formação e orientação durante este curso.

Por último e não menos importante, agradeço aos Professores e Alunos da escola estadual em Osasco na qual realizei os experimentos desse trabalho.

Dedico esse trabalho aos Professores que fazem mais do que sua obrigação e vão além das expectativas da sociedade, dos alunos e as suas próprias. Eu como pesquisador, educador e difusor de ciências fui o produto de uma professora de ciências que se importou comigo, acreditou e fez mais do que sua obrigação em minha formação.

RESUMO

LOUREDA, O. B; **Impacto da prática experimental na Aprendizagem Efetiva de Alunos do Ensino Médio da Rede Pública**, 2018, 60 pg, Monografia (Especialização em Ensino de Ciências), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

O uso de práticas experimentais no ensino de ciências é uma temática de grande relevância, pois existem indícios de grande impacto sobre a aprendizagem nas ciências exatas, ainda porém sem comprovação quantitativa. No Brasil esse tema ainda é pouco abordado, mas tem repercussão nacional em se tratando de estratégias que possam contribuir com a DCN. Nesse trabalho foi objetivado a comprovação quantitativa do impacto de uma determinada prática experimental em uma dada turma de alunos do EM, usando como base alguns autores nacionais que promovem o uso de experimentos de sucata nas salas de aula. Por meio de uma aula teórica, aplicação de um questionário, execução de uma prática experimental e posterior aplicação de um novo questionário pós experimento, foi verificada por meio do desempenho nos questionários que a prática experimental aumentou o nível de compreensão dos alunos, evidenciando um aprendizado mais efetivo, onde os aumentos de desempenho variaram de 15% até 35% em relação ao questionário prévio.

Palavras-chave: Ciências, Experimento, Aprendizagem Efetiva.

ABSTRACT

LOUREDA, O. B; **Importance of Experimental Activities on Effective Learning of Students from State HighSchools**, 2018, 60 pg, Monografia (Especialização em Ensino de Ciências), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

The use of experimental practices in the teaching of sciences is a topic of great relevance because there are many indications of great impact on the learning in sciences. In Brazil this theme is poorly discussed yet, but it has national repercussion in dealing with strategies that can contribute to the DCN. In this work, was objectified the quantitative proof of the impact of a given experimental practice on a given group of high school students. By means of a theoretical class, application of a questionnaire, execution of an experimental practice and subsequent application of a new questionnaire after experiment, was verified through the performance in the questionnaires that the experimental practice increased the level of understanding of the students, evidencing a more effective learning, where the performance increases varied from 15% to 35% in relation to the previous questionnaire.

Keywords: Sciences, Experiments, Effective Learning

LISTA DE TABELAS

Tabela 01.- Dados da Turma 01 (Manhã)	18
Tabela 02.- Dados da Turma 02 (Noite)	19
Tabela 03.- Dados da Turma 03 (Noite)	20
Tabela 04.- Dados da Turma 04 (Noite)	21

LISTA DE TABELAS

Figura 01.- Etapas procedimentais do experimento.....	13
Figura 02.- Média dos Alunos da Turma 01 (Manhã).....	22
Figura 03.- Média dos Alunos da Turma 02 (Noite).....	22
Figura 04.- Média dos Alunos da Turma 03 (Noite).....	22
Figura 05.- Média dos Alunos da Turma 04 (Noite).....	23
Figura 06.- Média da Turma 01 (Manhã).....	23
Figura 07.- Média da Turma 02 (Noite).....	24
Figura 08.- Média da Turma 03 (Noite).....	24
Figura 09.- Média da Turma 04 (Noite).....	25

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	8
2.1 Lei de Diretrizes e Bases da Educação C&T	8
2.2 Processo Ensino-Aprendizagem na área de Ciências	8
2.3 Programas de Incentivo a Ciência e Tecnologia	9
2.4 Fontes de Recursos para os Professores	10
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	12
3.1 Local da Pesquisa	13
3.2 Tipo de Pesquisa	13
3.3 Instrumentos de Coleta de Dados	14
3.4 Análise dos Dados	14
3.5 Experimentos Didáticos	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	17
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
REFERÊNCIAS	27
APÊNDICE A	29
APÊNDICE B	32
APÊNDICE C	35

1 INTRODUÇÃO

O emprego de experimentos é de fato uma das atividades mais estimulantes e fixadoras que o professor pode aplicar em suas aulas. Nos dias atuais, com a disponibilidade de diversas ferramentas multimídia como o televisor e a internet, os alunos precisam receber as informações de forma cada vez mais dinâmica e visual, caso contrário, o professor e suas aulas podem ficar no campo do desinteresse e indiferença dos alunos, ficando relegado ao papel de ministrador de provas e distribuidor de notas. No entanto, as escolas no Brasil e no mundo que possuem uma adequada infraestrutura de laboratórios e equipamentos atualizados são minoria, principalmente nos países ditos em desenvolvimento.

Dentro da parcela de escolas brasileiras que possuem tais equipamentos, ainda existe principalmente no Brasil uma séria síndrome de conservação por parte dos coordenadores e diretores, fazendo com que os professores muitas vezes tenham dificuldades para fazerem uso dos equipamentos ou mesmo levar os alunos até as instalações laboratoriais.

Diante deste contexto, existem professores que são verdadeiros "cientistas didáticos", ou *Makers* que desenvolvem uma série de equipamentos e dispositivos improvisados com materiais de uso cotidiano para enriquecerem suas aulas.

Analisando essa população de professores que decidem por empregar experimentos de baixo custo em suas aulas, é fácil perceber na literatura disponível que os experimentos, orientações e mesmo materiais utilizados são extremamente variados, e pouquíssimos apresentam materiais realmente simples e de fácil aquisição, além claro, dos idiomas disponíveis.

Assim, existe no Brasil e em países de terceiro mundo uma grande demanda por literaturas que apresentem embasamento, procedimentos, metodologias e materiais para a confecção de experimentos de baixo custo que possam ser utilizados por estes professores para aulas de ciências.

Através da disponibilização na internet de um manual digital em português, contendo diversos experimentos de ciências, altamente visuais e lúdicos, que possam ser construídos com materiais e ferramentas de uso geral e popular, acredita-se que este seria de grande valia e aplicabilidade para o emprego em educação científica e tecnológica, principalmente entre populações de baixa renda e

baixo IDH, além da possibilidade de se conseguir uma grande motivação por parte dos alunos.

Durante este trabalho foi desenvolvido um manual em português com diversos experimentos de ciências que possuam alto impacto didático, lúdico, visual e mesmo motivador, possuindo uma sugestão de temas e procedimentos para a sua construção, estimativas de custos entre outros dados importantes para facilitar o trabalho de preparação de aula. Com este trabalho se objetiva levantar ao menos 10 experimentos de ciências que envolvam conceitos de física, química, biologia e matemática, que possam ser construídos facilmente e com poucos recursos pelo professor.

O trabalho aqui apresentado foi baseado nas pesquisas já realizadas por diversos pesquisadores brasileiros envolvidos no desenvolvimento de eventos e materiais didáticos. No Brasil é possível citar o trabalho desenvolvido pelos responsáveis pela Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica, representada e fundada pelo professor e pesquisador da UERJ, Dr. João Batista Garcia Canalle, onde é notável a contribuição para a difusão e educação científica no Brasil por meio de provas, jornadas de ensino e mesmo pequenos encontros regionais de educação em astronomia e astronáutica.

O mesmo pode ser observado pelo grupo responsável pela Feira Brasileira de Ciências e Engenharia - FEBRACE, anualmente sediada na USP. Já em Mato Grosso do Sul, é possível observar um trabalho de difusão similar, liderado pelo professor e pesquisador da UFMS, Dr. Ivo Leite Filho, com diversas publicações sobre a difusão e incentivo de ciências no EF e EM.

Nos EUA, a importância da ciência e tecnologia foi notada de forma mais drástica logo após o fim da segunda guerra mundial, e uma nova política de estado foi criada, basicamente buscando ferramentas e práticas que incentivassem os alunos nas disciplinas de exatas, este movimento ficou muito conhecido como *STEM*, de *Science, Technology, Engineering and Mathematics*.

Por fim, o presente trabalho objetivou-se em construir e verificar as dificuldades e custos de todos os experimentos, fotografar o passo a passo das construções e montar uma descrição de procedimentos clara e simplificando ao máximo. Finalmente, após a seleção de um experimento do manual, o mesmo deverá ser executado em uma sala de aula de Ensino Médio, e posteriormente será

conduzida uma avaliação sobre a compreensão dos alunos, de modo a comprovar a sua eficácia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

No sentido das Leis de Diretrizes e Bases da educação nacional, promulgada como Lei 9.394/96 é possível buscar uma série de elementos que fazem alusão direta ao ensino científico e tecnológico nas escolas brasileiras, no entanto, alguns desses elementos não são devidamente levados a cabo nas escolas, devido a diversos fatores, desde falta de tempo, preparo ou mesmo interesse dos professores até falta de tempo na grade, interesse ou mesmo recursos da coordenação e da escola (LOUREDA, 2008; SILVA, 2007).

É possível levantar que o ensino básico segundo o Artigo 26, inciso 1º, deve possuir um curriculum escolar que deve abranger e incentivar obrigatoriamente o conhecimento do mundo físico e natural ao redor do aluno (BRASIL, 2010, p. 23)

Usando a mesma referência, já no tocante ao ensino fundamental, é possível identificar o trecho no Artigo 32, inciso II que declara que o objetivo central dessa fase do aprendizado é a formação básica do cidadão, por meio de entre outras atividades, a compreensão da tecnologia (BRASIL, 2010, p. 26).

Ainda fazendo referência ao mesmo documento, é possível identificar outra citação considerável, dessa vez, relativo ao ensino médio, onde no Artigo 35, inciso IV, é possível identificar a afirmação de que um dos objetivos centrais do final da etapa da educação básica, que é o ensino médio em si, deve ser a compreensão por parte do educando, dos fundamentos científicos-tecnológicos dos processos produtivos modernos, relacionando assim a teoria dada em sala, com a prática de fora da sala, em todas as disciplinas do curriculum (CÂMERA DOS DEPUTADOS, 2010, p. 29)

2.2 PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM NA ÁREA DE CIÊNCIAS

O processo de ensino aprendizagem em ciências pode ser considerado relativamente diferente de outras disciplinas em alguns aspectos, principalmente no quesito da visualização dos conceitos, que tipicamente acaba dependendo

altamente da capacidade de visualização espacial dos educandos em boa parte dos casos (LOUREDA, 2008), quando não existe a presença de um laboratório e práticas plenamente desenvolvidas para atrelarem teoria à prática experimental.

Alguns autores defendem que o emprego de Atividades Experimentais – AE é uma forma altamente eficiente para o apoio as atividades de ensino de ciências de uma maneira geral, como pode ser verificado segundo Rodrigues (2012) e Barros (2008).

Moreira e Axt (1991) corroboram perfeitamente o destacado por Rodrigues (2012), que afirma ser também possível e recomendado relacionar a atividade de ensino de ciências naturais a atividades experimentais devido a esta possuir um caráter experimental desde sua essência, ou seja, desde sua construção ao longo dos séculos. A construção do conhecimento científico natural advém de hipóteses e teorias que ao longo do tempo são ratificadas ou refutadas baseando-se em evidências científicas.

2.3 PROGRAMAS DE INCENTIVO A CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Os programas de incentivo a educação científica e tecnológica podem ser considerados essencialmente os programas implantados dentro das instituições de ensino brasileiras. O Instituto Federal de educação tecnológica é uma das mais emblemáticas nesse sentido, possuindo em suas redes o incentivo a ciências e tecnologia por meio de feiras de ciências, engenharia e tecnologia, além de em algumas unidades possuir em sua grade curricular a disciplina de Projetos Científicos (LOUREDA, 2008).

A mesma disciplina também foi copiada pela rede Centro Paula Souza, do estado de São Paulo, onde as escolas de nível médio e técnico possuem como componente curricular de suas grades uma disciplina de Projetos Científicos, e também possuindo em algumas de suas unidades feiras e congressos de tecnologia (LOUREDA, 2008).

Em ambas as instituições os alunos são orientados tipicamente por professores de ciências da natureza e exatas, onde são incentivados a escolherem um tema de pesquisa e criar um projeto científico-tecnológico sobre esse tema.

Dentre essas iniciativas, são recorrentes projetos ligados a engenharia mecatrônica, sustentabilidade, ciências biológicas e agrárias, astronomia e geologia entre outras atividades tipicamente experimentais. Uma das maiores evidências desse fenômeno está nos números da maior feira de ciências do país, a Feira Brasileira de Ciências e Engenharia – FEBRACE, que reúne entre seus finalistas mais da metade em alunos de escolas técnicas estaduais do Centro Paulo Souza, e dos Institutos Federais (LEITE, 2003).

Outro bom exemplo de apoio governamental é encontrado em sites e portais subsidiados pelo MEC, como exemplo o portal do Professor, que possui diversos artigos, *softwares*, blogs, aulas e mesmo instruções para aulas experimentais disponíveis para *download* e emprego direto.

Dentro dos recursos não governamentais, é possível citar as iniciativas de feiras de ciências espalhadas pelo Brasil, como já citado inicialmente neste capítulo, assim como diversas olimpíadas científicas também já citadas. É importante salientar que boa parte dessas iniciativas conta com alguma forma de aporte governamental, no entanto, sua fundação e manutenção são baseadas em iniciativas de pesquisadores e pedagogos que muitas vezes se sacrificam para manter essas iniciativas em andamento (LEITE, 2003).

Outro bom exemplo de atividade não governamental está nos acampamentos e cursos de ciências e tecnologias promovidos por entidades privadas Brasil a fora, dentre essas iniciativas é possível citar o Space Camp Brasil, organizado pelo autor deste trabalho, uma atividade social educativa de alta complexidade tecnológica, que conta com diversas atividades experimentais e é promovida pela empresa Acrux Aerospace Technologies, que visa a formação e incentivo de jovens cientistas para o campo de ciências exatas.

2.4 FONTES DE RECURSOS PARA OS PROFESSORES

Os educadores que possuem espírito prático e possuem tempo disponível e um bom acesso a rede, podem ter acesso a centenas de experimentos de baixo custo e de alto impacto visual. Na rede mundial é possível localizar canais de vídeo como *Manual do Mundo*, *Experimental Labs*, *Experimental Chemistry*,

CrazyChemistry, *Evil Genius Manual*, *Howtoons*, entre outras dezenas de fontes, que apresentam experimentos relativamente simples, porém com praticamente nenhum apoio didático.

Outra forma são blogs e portais de grandes corporações que disponibilizam diversas vídeo-aulas e manuais de experimentos já com um bom conteúdo didático, no entanto, nem todos os educadores no Brasil possuem acesso a essas fontes.

Uma fonte bastante democrática está no Portal dos Professores, subsidiado pelo MEC, no entanto, nem todos os professores possuem acesso a uma rede com velocidade suficiente, assim como esse mesmo portal não possui um enfoque nas atividades experimentais, apesar claro, de possuir alguns recursos.

Por último e mais tradicionais, existem bibliografias, como as citadas nesse trabalho, que possuem diversos experimentos simples e de base científica e tecnológica (CANALLE, 2010a; 2010b; FORD, 1993) que podem ser utilizadas, no entanto, sua obtenção em papel nem sempre é trivial para o educador nas regiões mais remotas do Brasil (SCHVARTSMAN, 1988).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O trabalho teve início com um detalhado levantamento bibliográfico acerca dos experimentos disponíveis na literatura e seguiu-se um trabalho de criação e testes de novos experimentos de baixo custo.

Após o levantamento dos experimentos que seriam introduzidos no projeto, todos os 10 foram construídos e em seguida documentados todos os processos de construção e aquisição de materiais.

Com a construção de um dos experimentos, foram selecionados professores para usarem e testarem tais experimentos em sala de aula. Após a familiarização do experimento pelos professores, os mesmos reproduziram os ensaios em suas respectivas salas de aula. Antes dessa construção, os alunos responderam a um questionário para avaliar seu conhecimento sobre o conceito físico do experimento. Tal questionário está disponível no apêndice desse trabalho.

Com o experimento selecionado e testado em sala de aula com os alunos, foi distribuído um segundo questionário onde os alunos demonstraram seu nível de conhecimento sobre o fenômeno físico abordado pelo experimento ministrado.

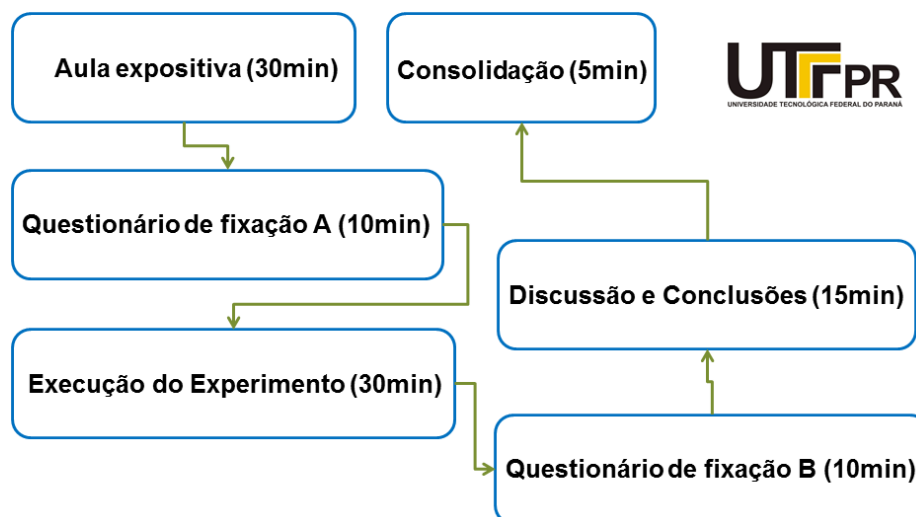
Ao fim dos experimentos e preenchimento dos questionários, os mesmos foram utilizados para avaliar a compreensão dos alunos sobre um determinado fenômeno físico antes e depois do experimento, de forma avaliar a eficácia no processo de aprendizado.

De forma sistemática, o procedimento experimental seguiu a seguinte ordem de desenvolvimento;

1. Seleção de um experimento;
2. Seleção de um fenômeno físico ou químico a ser estudado;
3. Apresentação e familiarização do experimento para os professores;
4. Aplicação de questionário pré experimento com os alunos;
5. Minистраção dos experimentos com os alunos;
6. Aplicação de questionário pós experimento com os alunos;
7. Consolidação da discussão com os alunos;
8. Análise dos questionários e pontuação numérica de 0 á 10.

O desenvolvimento seguiu a seguinte ordem procedimental, como apresentado na figura 1.

Figura 1- Etapas procedimentais da parte experimental



3.1 LOCAL DA PESQUISA

Os experimentos foram construídos na sede da empresa Acrux Aerospace Technologies. O experimento selecionado foi testado em uma escola pública da cidade de Osasco, na região da zona oeste, por alunos do ensino médio regular dessa escola.

3.2 TIPO DE PESQUISA

Tal pesquisa pode ser considerada aplicada, com grande tendência experimental. Segundo a classificação apresentada por GIL (2010), é possível classificar esse trabalho claramente como pesquisa aplicada, e com subdivisão em Desenvolvimento Experimental, já que busca a construção de experimentos educacionais simples e a comprovação da eficiência deles.

3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados através de questionários com os alunos que tiveram contato com os experimentos, por meio de um questionário conceitual e um pequeno teste abordando conceitos teóricos sobre o fenômeno abordado no experimento com os alunos, foi avaliado o nível de entendimento e compreensão por parte dos alunos quanto ao fenômeno físico ou químico explorado no experimento selecionado.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram analisados e sintetizados em tabelas, onde o nível de aprendizado e entendimento dos alunos serão pontuados de 0 á 10 em uma planilha confeccionada em *MS Excel*, de forma a permitir uma análise e processamento de dados simplificada.

3.5 EXPERIMENTOS DIDÁTICOS

Os experimentos foram selecionados pelo seu impacto visual e lúdico, e pelo custo de construção, onde no anexo C são apresentados os mais relevantes, onde alguns foram desenvolvidos pelo autor e outros obtidos nas referências bibliográficas. O experimento selecionado foi o experimento 03, sobre balões com hidrogênio, de forma a abordar os conceitos físicos do empuxo.

A escola selecionada foi uma escola pública estadual de Ensino Médio e Fundamental, localizada na região periférica de Osasco, no bairro Munhoz Jr. Por meio do contato com o coordenador pedagógico dessa escola, foi possível a disponibilização de 3 aulas ao todo, sendo que 2 delas para duas classes distintas do 2º Ano do Ensino Médio regular no período noturno, e uma para uma classe do 2º Ano do Ensino Médio regular no período matutino.

A atividade teve duração de 50 minutos em cada sala, sendo que na atividade matutina houve a presença do respectivo professor de química, e nas atividades noturnas houve a presença do respectivo professor de física daquela classe. No início da atividade, o autor se apresentou, e apresentou resumidamente o objetivo do trabalho e qual o papel dos alunos na pesquisa em si.

A aula foi subdividida em 10 minutos iniciais para o preenchimento do questionário A, presente no Anexo A deste trabalho, e em seguida foi ministrada uma aula de 30 minutos com os seguintes tópicos, onde foi empregado a metodologia ativa com os estudantes.

1. Conceituação do Empuxo;
2. Arquimedes e sua relação com o empuxo;
3. Revisão resumida das 3 leis de Newton;
4. Exemplificação do princípio de Arquimedes;
5. Correlação com o dia a dia dos alunos;
6. Modelamento gráfico do problema;
7. Equacionamento e relação com as leis de Newton;
8. Exercícios.

Durante a aula, foi colocado sobre a mesa do professor duas garrafas de vidro com uma solução de 1 kg de água com 100 g de hidróxido de sódio (NaOH). Durante a aplicação do questionário A, foram adicionado pedaços de 20 g de papel alumínio dentro das garrafas, e em seguida, presos balões de látex no bocal das garrafas. Durante as explanações esses balões eram soltos e apresentados aos alunos, inclusive para sua manipulação. De forma a não gerar confusão aos alunos, a reação química não foi discutida profundamente durante a aula, mas comentada superficialmente de forma a gerar curiosidade e interesse para maiores pesquisas ou mesmo para abordagem desse tema em uma das aulas do professor de química.

Ao final da explicação, e após a demonstração do empuxo nos balões, os alunos eram advertidos sobre os riscos daquele experimento, e que caso tivessem interesse em reproduzi-los, deveriam fazer isso na escola, com a ajuda dos professores.

Após os 30 minutos da aula expositiva, os alunos receberam os questionários B, presentes no anexo B deste trabalho, e tiveram mais 10 minutos para seu preenchimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os experimentos foram executados pelo autor deste trabalho, e apresentaram na média, tempo de preparo para uma sala de 40 alunos de 30min e custos na média de R\$ 5,00. O experimento número 3 escolhido para ser ensaiado em sala de aula apresentou o mesmo custo e tempo de preparo. Acredita-se que mesmo nos casos onde o professor seja responsável pela aquisição dos materiais, os experimentos podem ser considerados de baixo custo, parâmetro fundamental para alguns casos.

Durante o desenvolvimento da atividade, os alunos se mostraram bastante interessados e motivados ao aprendizado, principalmente por se tratar de uma atividade prática, com frequência bastante baixa para aquelas turmas, e pela presença de um gás pouco conhecido pelos alunos.

Os questionários apesar de abordar conceitos simples, promover questionamentos também triviais e já discutidos diretamente com os alunos, se mostraram de difícil entendimento para a quase totalidade dos alunos (ALVES, 2002). Durante as discussões em sala, os alunos apresentaram diversas dificuldades, desconhecimentos e mesmo conceitos completamente errados dos princípios básicos que foram ou deveriam ter sido explorados no 1º Ano do Ensino Médio, onde a disciplina de física se ocupa de estudar exatamente a Mecânica.

A diferença de conceitos e conhecimentos presentes na bagagem dos alunos foi bastante pronunciada, assim o resultado dos questionários foram resumidos nas tabelas 1, 2, 3 e 4 a seguir de forma a apresentar a média das notas por questões e as médias de cada aluno de forma individual, rotulados por números de 1 á ao total da sala, na coluna mais a esquerda das tabelas.

A linha superior de 1A até 10B representa o número das questões da prova A e prova B, a célula Méd. A e Méd. B representam as médias dos alunos, variando de 0 á 10.

A coluna Var. Tot. representa a variação total média antes e depois da aula experimental e a célula Var. % enumera a variação da nota do aluno em porcentagem. A seguir é apresentada a tabela que relaciona os dados da turma 01 do período da manhã.

Tabela 1- Dados da Turma 01 (Manhã)

	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B	6A	6B	7A	7B	8A	8B	9A	9B	10A	10B	Méd. A	Méd. B	Var. Tot.	Var. %
1	0	0	0	1	1	0	3	3	1	1	0	1	0	0	0	0	10	10	10	10	3,3	4,0	0,7	20,0
2	0	0	0	0	1	0	1	4	2	2	1	1	0	0	0	1	10	9	10	10	3,3	5,3	2,0	60,0
3	1	1	1	1	0	0	5	4	2	1	0	1	0	0	0	0	10	10	10	10	6,0	5,3	0,7	11,1
4	1	0	1	0	0	0	4	3	1	3	1	0	0	0	0	0	10	10	5	10	5,3	4,0	1,3	25,0
5	1	1	0	0	0	0	2	5	1	1	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	2,7	4,7	2,0	75,0
6	0	0	0	0	1	0	4	3	1	3	1	0	0	0	0	0					4,7	4,0	0,7	14,3
7	0	1	0	1	1	0	2	5	1	1	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	2,7	5,3	2,7	100,0
8	0	1	0	0	1	1	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	2,7	4,0	1,3	50,0
9	0	1	1	1	0	1	4	3	3	1	0	1	0	1	1	1	10	10	10	10	6,0	6,7	0,7	11,1
10	0	1	0	1	1	1	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0		8	9	9	4,0	4,0	-	-
11	0	0	0	0	1	0	3	5	0	1	0	0	0	0	0	1		10	10	10	2,7	4,7	2,0	75,0
12	0	0	0	1	1	1	3	1	2	1	1	0	0	0	0	1		10	10	10	4,7	3,3	1,3	28,6
13	0	0	0	0	0	0	3	2	1	3	0	0	0	0	0	0	10	10		10	2,7	3,3	0,7	25,0
14	0	0	0	1	1	0	0	5	0	1	1	0	0	0	0	0					1,3	4,7	3,3	250,0
15	0	0	1	1	0	0	1	3	1	2	1	1	0	1	0	1	10	10	10	10	2,7	6,0	3,3	125,0
16	0	0	0	1	0	0	3	3	1	3	1	1	0	1	0	0		5	6	6	3,3	6,0	2,7	80,0
17	0	0	0	1	1	0	0	5	0	1	1	0	0	0	0	0					1,3	4,7	3,3	250,0
18	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0					0,7	1,3	0,7	100,0
19	0	0	0	1	1	0	2	3	1	2	0	1	0	0	0	0					2,7	4,7	2,0	75,0
20	1	1	1	1	0	1	2	4	1	3	0	0	0	1	0	1	10	10	10	10	3,3	8,0	4,7	140,0
21	1	1	1	1	1	1	4	4	1	2	0	1	0	1	0	1	10	10	10	10	5,3	8,0	2,7	50,0
22	0	0	1	1	0	0	3	2	1	1	0	1	0	0	0	0	10	10	10	10	3,3	3,3	-	-
23	0	0	1	1	1	0	2	3	1	3	1	0	0	0	0	0	7	7	9	9	4,0	4,7	0,7	16,7
24	1	1	1	1	0	0	3	2	2	1	1	0	0	0	0	0	10	10	10	10	5,3	3,3	2,0	37,5
																					M. Sl. A	M. Sl. B	Var. Sl.	Var. %
M%	25	38	38	71	58	25	48	63	29	42	42	42	0	21	4,2	29	98	99	96	97	3,5	4,7	1,2	34,9

Na parte inferior das tabelas 1, 2, 3 e 4 esta presenta a linha M% que enumera a média da sala em relação a cada questão, variando de 0 á 100% de acerto, para cada questão.

Ainda na mesma parte é possível notar a célula M. Sl. A e M. Sl. B que representa a média daquela turma na prova A e B, a célula Var. Sl que representa a

variação da nota média da sala e a célula Var. % que representa a variação das médias da sala em porcentagem.

Também é importante notar que nos espaços em branco representam questões não respondidas pelos alunos, por falta de tempo ou mesmo desinteresse dos mesmos. Segue na Tabela 2 os dados da turma 02 noturna.

Tabela 2- Dados da Turma 02 (Noite)

	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B	6A	6B	7A	7B	8A	8B	9A	9B	10A	10B	Méd. A	Méd. B	Var. Tot.	Var. %
1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1					2,0	4,0	2,0	100,0
2	1	0	1	0	0	0	4	5	2	3	1	1	0	1	0	1	8	10	10	10	6,0	7,3	1,3	22,2
3	1	0	1	0	1	0	4	5	3	3	1	1	0	1	0	1	8	10	10	10	7,3	7,3	-	-
4	0	0	1	0	0	1	3	3	0	2	0	1	0	0	0	0					2,7	4,7	2,0	75,0
5	0	0	0	0	0	0	1	3	3	3	0	0	0	0	0	0					2,7	4,0	1,3	50,0
6	0	0	0	1	0	1	2	3	2	1	1	1	0	1	0	0		9	10		3,3	5,3	2,0	60,0
7	0	0	1	1	1	0	3	3	0	2	0	0	0	0	0	0					3,3	4,0	0,7	20,0
8	0	0	1	1	1	0	3	3	2	1	0	1	0	0	0	0					4,7	4,0	0,7	14,3
9	0	0	0	1	0	1	3	4	3	2	0	1	0	1	0	0		10	8		4,0	6,7	2,7	66,7
10	0	0	1	1	1	1	1	3	3	1	0	1	0	1	0	0	10	10	10	10	4,0	5,3	1,3	33,3
11	0	0	1	1	0	0	4	5	3	3	0	0	0	1	0	0	10	10	10	10	5,3	6,7	1,3	25,0
12	0	0	1	1	1	1	0	4	2	3	0	0	0	1	0	1	10	10	10	10	2,7	7,3	4,7	175,0
13	0	0	1	1	1	1	3	4	1	3	0	0	0	1	0	1	10	10	10	10	4,0	7,3	3,3	83,3
14	0	0	1	1	0	1	4	5	3	3	0	0	0	1	0	0	6	8	10	10	5,3	7,3	2,0	37,5
15	0	0	0	1	1	1	3	5	0	1	0	0	0	1	0	0	10	7	10	9	2,7	6,0	3,3	125,0
16	0	0	1	1	1	0	1	4	1	3	0	1	0	0	0	1	10	8	10	9	2,7	6,7	4,0	150,0
17	0	0	0	1	1	0	3	0	1	3	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	3,3	2,7	0,7	20,0
18	0	0	0	0	1	1	4	2	1	1	0	1	0	0	0	0	8	10	10	10	4,0	3,3	0,7	16,7
19	0	0	1	1	0	0	5	3	2	2	1	1	0	0	0	0	9	7	8	5	6,0	4,7	1,3	22,2
20	0	0	1	1	0	0	4	3	0	0	1	0	0	0	0	0	8	7	8	6	4,0	2,7	1,3	33,3
21	0	0	0	1	0	0	2	5	2	1	1	0	0	1	0	1	10	10	10	10	3,3	6,0	2,7	80,0
22	0	0	0	1	0	0	3	5	3	3	0	0	1	0	0	0	10				4,7	6,0	1,3	28,6
23	0	0	1	1	1	0	4	5	3	2	1	0	0	1	0	0	10	10	10	10	6,7	6,0	0,7	10,0
																					M. Sl. A	M. Sl. B	Var. Sl.	Var. %
M%	13	4,3	65	78	52	39	56	72	43	51	30	43	4,3	57	0	30	92	92	97	92	4,1	5,4	1,3	32,4

Ao todo foram distribuídos 30 questionários em cada sala, sendo que foram devolvidos 24 pela Turma 01 e 23 pelas Turmas 02 e 03. Também é possível observar que uma parte considerável dos alunos preferiram se abster de responder sobre sua opinião a respeito do emprego de experimentos em sala de aula. Na coluna mais a direita da planilha, é possível observar a variação da média final de cada aluno. As variações negativas ocorreram, pois as questões são similares porem diferentes, e acredita-se que alguns alunos podem ter se confundido devido ao fato de durante a aula, as leis de Newton terem sido citadas e revisadas com considerável atenção. A tabela 3 a seguir tabula os dados da turma 3 noturna, novamente elencando a média das notas obtidas em cada questão individualmente (Questionário A e B) para cada aluno de 1 á 23 nessa turma.

Tabela 3- Dados da Turma 03 (Noite)

	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B	6A	6B	7A	7B	8A	8B	9A	9B	10A	10B	Méd. A	Méd. B	Var. Tot.	Var. %
1	0	0	1	1	0	1	3	5	3	3	0	1	0	0	0	0	10	10	10	10	4,7	7,3	2,7	57,1
2	0	0	0	1	0	0	2	4	2	3	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	2,7	5,3	2,7	100,0
3	0	0	0	0	1	0	1	5	1	1	0	1	0	0	0	0	10	10	10	10	2,0	4,7	2,7	133,3
4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	10	10	10	10	0,7	1,3	0,7	100,0
5	0	0	1	1	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	3,3	3,3	-	-
6	0	0	0	0	0	1	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	3,3	2,7	0,7	20,0
7	0	0	1	1	0	0	4	2	3	3	0	0	0	0	0	0	7	5	4	3	5,3	4,0	1,3	25,0
8	0	0	1	0	0	1	4	5	1	1	0	0	0	1	0	1	10	8	10	9	4,0	6,0	2,0	50,0
9	0	0	0	0	1	0	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	10		10		2,0	3,3	1,3	66,7
10	0	0	0	1	0	0	3	5	2	3	0	1	0	0	0	0					3,3	6,7	3,3	100,0
11	0	0	0	1	1	0	1	5	3	1	0	1	0	1	0	1	8	9	8	9	3,3	6,7	3,3	100,0
12	1	1	1	1	0	0	3	5	1	3	1	1	0	0	0	0					4,7	7,3	2,7	57,1
13	1	1	1	1	1	0	3	3	2	2	0	1	0	0	0	0					5,3	5,3	-	-
14	0	0	0	1	1	0	4	2	2	3	0	0	0	0	0	0	8	5	10	6	4,7	4,0	0,7	14,3
15	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	0,7	1,3	0,7	100,0
16	0	0	0	0	0	0	4	5	1	1	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	3,3	4,0	0,7	20,0
17	1	1	1	1	0	0	3	4	3	1	0	1	0	0	0	0		8		9	5,3	5,3	-	-
18	0	0	0	1	1	0	4	2	3	1	0	0	0	1	0	1	10	10	10	10	5,3	4,0	1,3	25,0
19	0	0	0	1	1	0	2	5	3	1	0	0	0	1	0	1	10	0	10	0	4,0	6,0	2,0	50,0
20	0	0	0	1	1	0	3	5	1	2	1	0	0	1	0	1	10	10	10	10	4,0	6,7	2,7	66,7

21	0	0	0	1	1	0	4	3	2	1	0	1	0	0	0	0	10	10	10	10	4,7	4,0	0,7	14,3
22	0	0	1	1	1	1	2	5	3	1	1	0	0	0	0	1	7	10	10	10	5,3	6,0	0,7	12,5
23	0	0	1	1	1	1	3	5	1	1	1	1	0	1	0	1	0	10	10	10	4,7	7,3	2,7	57,1
																					M.	M.	Var.	Var.
																					Sl. A	Sl. B	Sl.	%
M%	13	13	39	70	48	22	55	76	43	38	17	43	0	26	0	30	89	87	96	87	3,8	4,9	1,1	30,0

Baseando-se nos dados compilados nas tabelas de 01 á 04, foi possível construir duas classes principais de gráficos, uma primeira presente nas figuras 1, 2, 3 e 4 que relacionam numericamente aluno a aluno, pontuando suas respectivas notas antes do experimento e pós experimento.

Tabela 4- Dados da Turma 04 (Noite)

	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B	6A	6B	7A	7B	8A	8B	9A	9B	10A	10B	Méd. A	Méd. B	Var. Tot.	Var. %
1	1	1	1	1	1	0	2	4	2	2	0	0	0	1	0	1	8	10	10	10	4,7	6,7	2,0	42,9
2	0	1	0	1	1	0	3	3	3	3	0	1	0	0	0	0					4,7	6,0	1,3	28,6
3	1	1	1	1	1	0	3	5	3	3	1	1	0	0	0	0	8	8	10	10	6,7	7,3	0,7	10,0
4	0	1	0	1	0	0	3	3	2	3	1	0	0	0	0	0	9	10	10	10	4,0	5,3	1,3	33,3
5	0	0	1	1	1	0	2	3	3	1	0	0	0	0	0	1	10	10	10	10	4,7	4,0	0,7	14,3
6	0	0	1	1	0	0	2	3	2	1	0	0	0	0	0	1	10	10	10	10	3,3	4,0	0,7	20,0
7	0	0	0	0	0	0	1	3	2	1	0	0	0	0	0	1	10	10	10	10	2,0	3,3	1,3	66,7
9	1	1	1	1	0	0	2	3	2	1	0	0	0	0	0	0	8	8	10	10	4,0	4,0	-	-
10	1	1	1	1	1	1	3	4	2	2	1	1	0	0	0	1	10	10	10	10	6,0	7,3	1,3	22,2
11	0	0	0	0	0	0	4	2	1	2	1	1	0	0	0	0	10	10	10	10	4,0	3,3	0,7	16,7
12	0	0	1	1	0	0	2	2	2	3	0	1	0	0	0	0	10	10	10	10	3,3	4,7	1,3	40,0
14	1	0	1	1	1	0	4	3	2	3	0	0	0	0	0	1	10	10	10	10	6,0	5,3	0,7	11,1
																					M.	M.	Var.	Var.
																					Sl. A	Sl. B	Sl.	%
M%	22	26	35	43	26	4,3	27	33	28	27	17	22	0	4,3	0	26	94	96	100	100	2,3	2,7	0,3	15,0

Figura 02- Média dos Alunos da Turma 01 (Manhã)

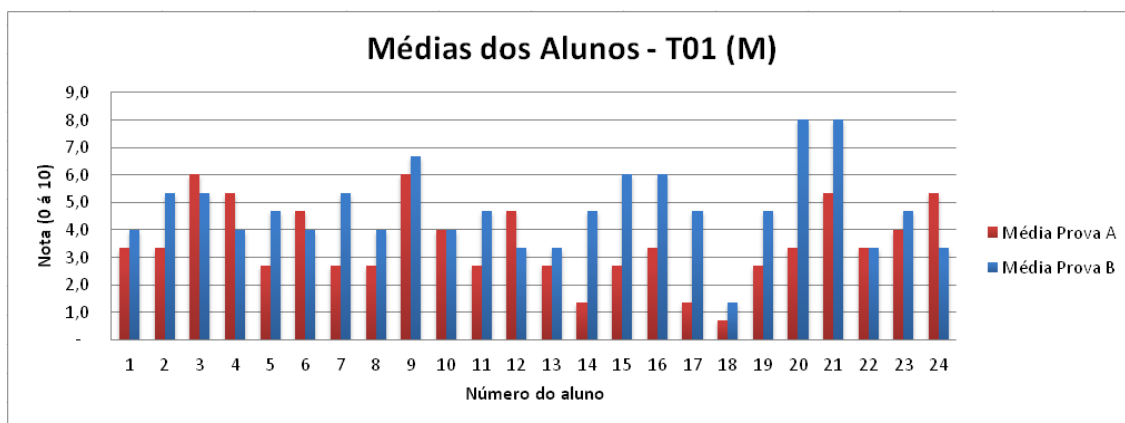
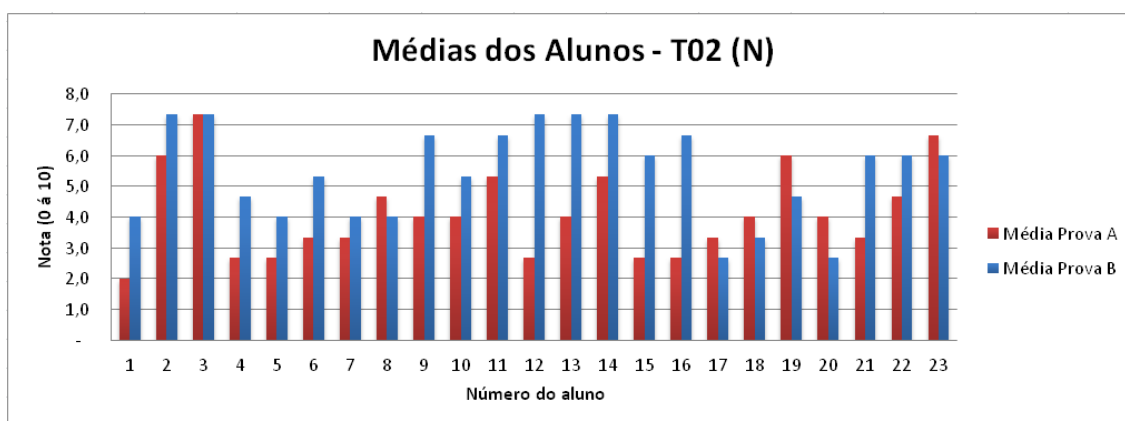


Figura 03- Média dos Alunos da Turma 02 (Noite)



É importante salientar que as Turmas 01 participou da aula experimental as 7h00 da manhã durante sua primeira aula, e as Turmas 02 e 03 noturnas, participaram durante suas aulas intermediárias das 20h30 á 21h20 e das 9h30 ás 10h20. A Turma 04 participou durante sua última aula, das 22h20 ás 23h10.

Figura 04- Média dos Alunos da Turma 03 (Noite)

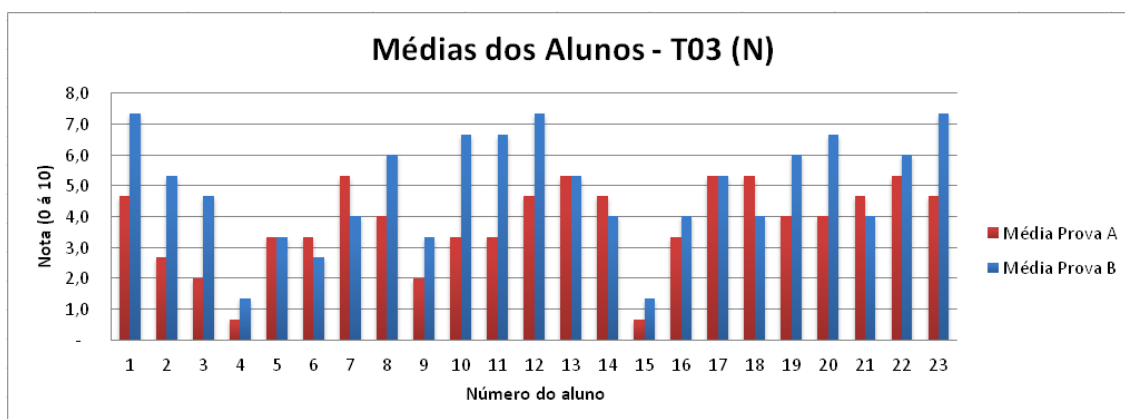
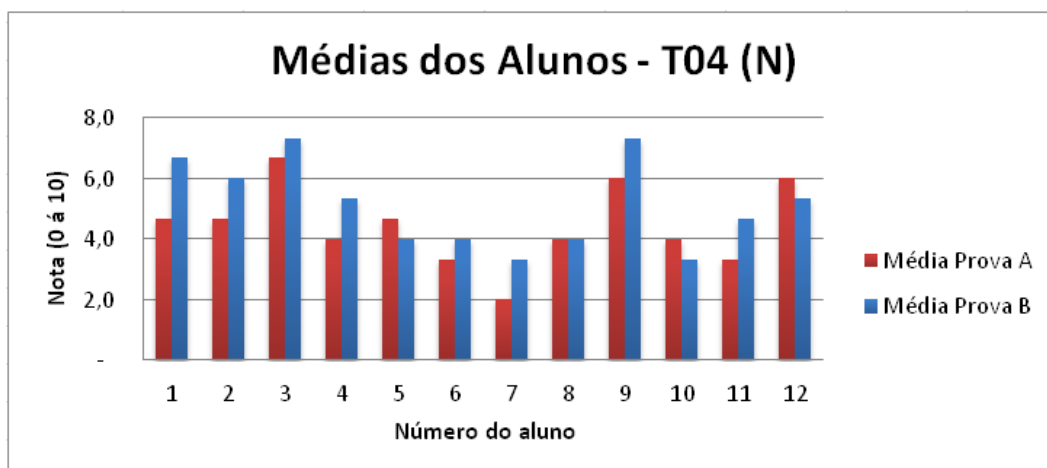


Figura 5- Média dos Alunos da Turma 04 (Noite)



Por meio das figuras 01 á 04 é possível verificar a distribuição das notas médias dos alunos de uma mesma sala. É importante levar em consideração o fato de o questionário não gerar nenhuma forma de benefício direto aos alunos, assim como não houve nenhuma forma de pressão por bons resultados, nem mesmo uma obrigatoriedade de devolução dos mesmos.

Na segunda classe de gráficos extraídos das tabelas 01 á 04, foi possível relacionar os acertos médios da sala em cada questão, juntamente com as respostas positivas em relação as questões 9 e 10, que tratam sobre o quanto experimentos científicos podem melhorar o aprendizado dos alunos segundo sua própria visão.

A seguir nas figuras 5, 6, 7 e 8 são apresentados os gráficos que relacionam as médias das salas ás questões específicas antes e após os experimentos.

Figura 06- Média da Turma 01 (Manhã)

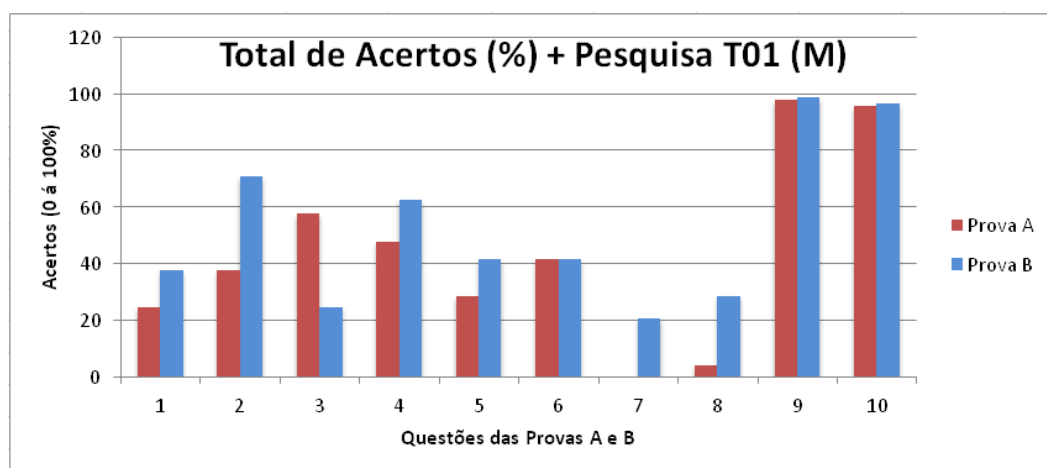


Figura 07- Média da Turma 02 (Noite)

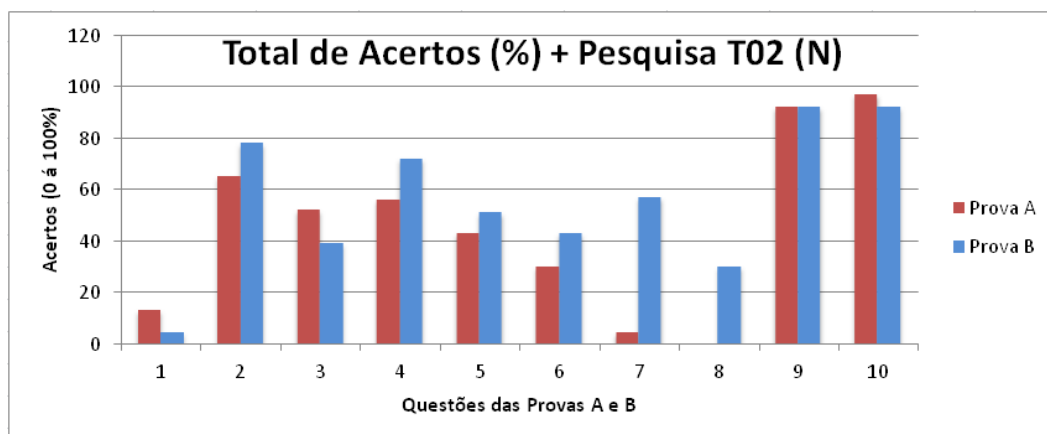
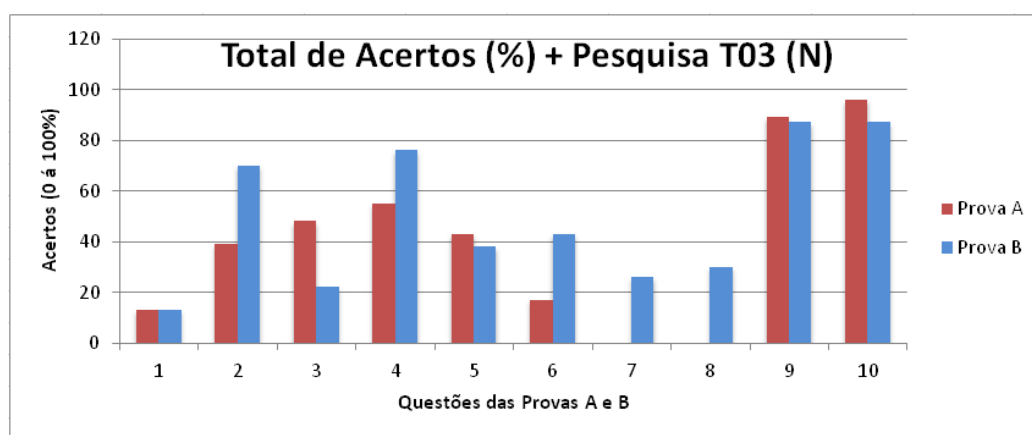


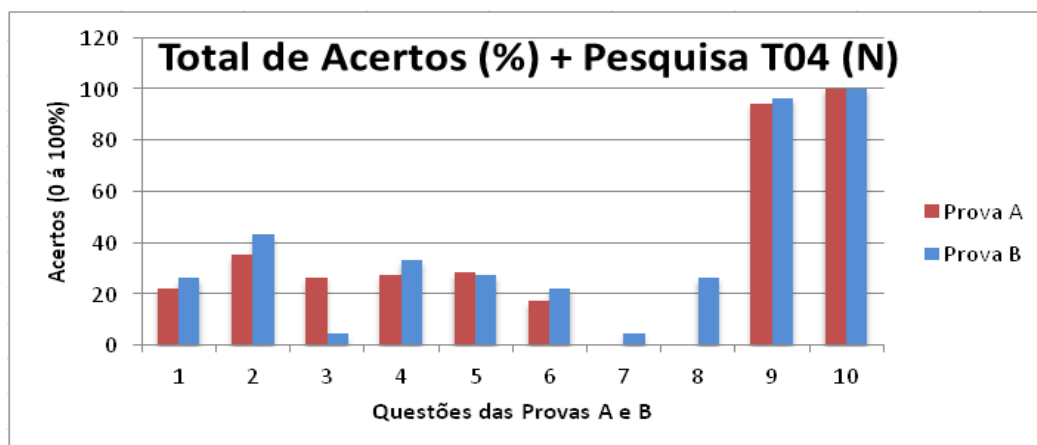
Figura 08- Média da Turma 03 (Noite)



Outro parâmetro a se considerar nas análises foi a atenção dos alunos durante a aula experimental. Mesmo com aproximadamente 30 alunos em cada sala de aula, e todos uniformemente distribuídos pela sala, os mesmos dedicaram atenção em praticamente todo o tempo das explicações, sem apresentarem conversas paralelas em excesso ou mesmo grupos alienados em relação ao conteúdo das aulas.

A prática do experimento em sala demonstrou um grande fascínio nos alunos devido a uma série de fatores, principalmente devido à inexistência desse tipo de prática nessa escola, assim como em considerável parte das escolas públicas. Também é bastante provável que havendo a possibilidade de tais estudantes executarem individualmente ou mesmo em grupo os experimentos por si mesmos, os efeitos seriam provavelmente multiplicados tanto no envolvimento quanto na compreensão dos mesmos (ARRUDA, 2001; MORETT, 2010).

Figura 09- Média da Turma 04 (Noite)



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio do experimento de balões de hidrogênio foi concebida uma aula experimental sobre o fenômeno do empuxo, aula essa que se enquadra nos conteúdos programáticos do currículo de física do 1º Ano do Ensino Médio. O desenvolvimento da aula demandou aproximadamente 3 horas de concepção, e o aparato experimental demandou mais 2 horas de trabalho, o que permitiu uma compacta aula de 30min, mas também permitiria melhor abordagem caso fosse estendida entre 50 min e 1h40min.

Por meio dos questionários A e B, foi possível notar uma certa deficiência no domínio dos conceitos básicos de mecânica por parte dos alunos envolvidos no estudo. Mesmo as três leis principais de Newton, consideradas absolutamente fundamentais para um entendimento físico, tiveram de ser revistas com bastante atenção, e mesmo nessa situação os alunos não conseguiram associar os conceitos corretos para responder a questão 01 das provas A e B, como pode ser observado nas figuras 5, 6, 7 e 8.

Observando os questionários, foi possível notar que parte dos alunos não compreenderam plenamente algumas perguntas, respondendo com V e F onde se pedia respostas numéricas ou de X, e as mesas trocas onde se pedia V e F. Também houveram ocorrências de provas entregues pela metade, indicando que o tempo de 10 min pode ser curto para alguns alunos. Nessas condições relatadas, aproximadamente 15% das provas foram descartadas da compilação final.

A capacidade de abstração e modelamento matemático também se mostrou bastante fraco entre os alunos, principalmente das Turmas 01, 03 e 04 como pode comprovado por meio da questão 07 das provas A e B observada nas figuras 5, 7 e 8. Por meio das questões 09 e 10 das provas A e B, foi possível notar que os alunos acreditam que os experimentos podem de fato ajuda-los a compreender conteúdos da física, química e biologia, onde numa escala de 0 á 100% eles apontaram 90% de total aplicabilidade.

Quanto a avaliação numérica de incremento de conhecimento, por meio da média das provas A e B foi possível notar entre as Turmas 01, 02, 03 e 04 um aumento respectivo de 34.9%, 32.4% e 30.0% e 15.0% onde acredita-se que com um tempo maior em sala de aula seja possível aumentar ainda mais esses valores. No entanto, essa escala é suficiente para justificar maiores esforços no sentido de uso de experimentos em sala de aula. No sentido de avaliar o efetivo incentivo aos alunos, é conhecido que atividades dessa natureza são extremamente eficazes e de fato foi apresentado um grande interesse e motivação por parte dos alunos, onde alguns desses alunos empolgados durante a aula chegaram a perguntar ao autor indicações de faculdades onde pudessem cursar engenharia e física.

A construção dos experimentos em ambiente controlado foi extremamente simples, sendo bastante acessível tanto para construção nas casas dos professores mais interessados ou nos laboratórios das escolas onde os experimentos serão aplicados. No entanto, ficou também bastante claro, que por intermédio de micro empresas, empreendedores individuais ou mesmo escolas técnicas, esses experimentos podem ser construídos aos milhares atendendo também as escolas mais simples e carentes de uma determinada região, reduzindo ainda mais os custos, quando os componentes forem adquiridos em larga escala. Programas dessa natureza são juridicamente e tecnicamente bastante simples de serem implementados por prefeituras e fundações pelo interior do Brasil.

REFERÊNCIAS

ALVES, João, P; **Atividade Experimental: Uma alternativa na Concepção Construtivista**, VIII EPEF 2002, Florianópolis/SC – Brasil, 21 pg.

ARRUDA, Silva, M; SILVA, Mário, R; LABURÚ, C, E; **Laboratório Didático de Física a partir de uma perspectiva Khuniana**, Investigações em Ensino de Ciências, V6, pg 97-106, 2001.

BARROS, Pedro, R, P; HOSOUME, Yassuko; **Um olhar sobre as Atividades Experimentais nos Livros Didáticos de Física**, XI EPEF 2008, Curitiba/PR – Brasil, 12 pg.

Câmara dos Deputados, **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, 5.ed, Brasília, 2010, 64pg,

CANALLE, João B. *apud et al.***Mão na Massa - Oficinas**, vol. 01, Brasília, 2010. 44 p. Livreto. – Material Didático do Programa AEB Escola.

CANALLE, João B. *apud et al.***Mão na Massa - Oficinas**, vol. 02, Brasília, 2010. 44 p. Livreto. – Material Didático do Programa AEB Escola.

FORD, Leonard A; **Chemical Magic**, vol. 01, New York, 1993, 2.ed, Ed. Dover, 109 p.

GIL, Antônio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5.ed., São Paulo: Atlas, 2010.

LEITE, Ivo L; HAMBURGUER, Ernest W; **Projeto circuito ciência: orientação para pesquisa e atividades científicas com alunos de escolas de ensino fundamental em São Paulo-SP**. Tese de Doutorado apresentada a Faculdade de Educação da USP, 2003.

LOUREDA, Oswaldo, B *et al*; **Educação através de Elementos Aeroespaciais**, RELEA, 6 ed, pg 67-73, 2008.

MORETT, Samara S; SOUZA, Marcelo O; **Desenvolvimento de Recursos Pedagógicos para inserir o Ensino de Astronomia nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental**, RELEA, 9 ed, pg 33-45, 2010.

MOREIRA, Marco A; AXT, Rolando (org.). **Tópicos em Ensino de Ciências**. Porto Alegre/BR, 1991.

RODRIGUES, Larissa Z; *et al*, **Seleção e Utilização de Atividades Experimentais em Aulas de Biologia e Física do Ensino Médio**, IX ANPED SUL, 2012, 7pg, Caxias do Sul/RS – Brasil.

SCHVARTSMAN, Samuel; **Produtos Químicos de Uso Domiciliar - Segurança e Riscos Toxicológicos**, São Paulo, 1988, 2. ed, Ed. Almed.

SILVA, André O; REIS, Missileide; **Elaboração de Experimentos Didáticos de Física Integrados ao Ensino Técnico de Agropecuária da EAFSC**, II CONNEPI 2007, João Pessoa/PB – Brasil, 6 pg.

APÉNDICE A

QUESTIONÁRIO A

01- Sobre o que trata as Leis de Newton?

- Eletricidade
- Mecânica
- Termodinâmica
- Gases

02- Qual das afirmações a seguir fazem parte das Leis de Newton?

- Os gases tendem a ocupar todo o volume disponível para sua expansão
- Toda corrente elétrica em um condutor gera um campo eletromagnético
- Toda ação gera uma reação de mesma intensidade e direção oposta
- Todos os sólidos possuem um coeficiente de expansão térmica

03- “Um corpo total ou parcialmente imerso em um fluido sofre uma força que é igual ao peso do volume do fluido deslocado pelo corpo” de qual força essa afirmação esta associada?

- Eletrostática
- Empuxo
- Torque
- Atrito

04- Um balão (de massa desprezível) cheio de Hidrogênio ou Hélio tende á:

(Assinale V – Verdadeiro ou F – Falso)

- Tende a FLUTUAR (nem descer nem subir) quando em uma atmosfera a nível do mar
- Tende a DESCER quando em uma atmosfera a nível do mar
- Tende a SUBIR quando em vácuo
- Tende a FLUTUAR (nem descer nem subir) quando em vácuo
- Tende a DESCER em uma atmosfera de Nitrogênio gasoso (N_2)

05- Um balão (de massa desprezível) cheio de Ar tende á:

(Assinale V – Verdadeiro ou F – Falso)

- Tende a DESCER quando em vácuo
- Tende a SUBIR quando em uma atmosfera a nível do mar
- Tende a FLUTUAR (nem descer nem subir) quando em uma atmosfera a nível do mar
- Tende a FLUTUAR (nem descer nem subir) quando em vácuo

06.- Como você compreende o fenômeno do Empuxo?

- Força surgida devido ao movimento dos corpos
- Força surgida da diferença de peso entre duas porções de fluidos ou corpo/fluido
- Uma força surgida devido a uma corrente elétrica
- Uma força surgida do escoamento de um fluído em um bocal

07- Represente matematicamente o Empuxo

08- Cite exemplos onde esse fenômeno ocorre

09.- Acha que experimentos podem o ajudar a compreender o fenômeno?

(0 á 10, onde 0 = NADA e 10 = TOTALMENTE) ()

10- Acha que experimentos em sala de aula podem contribuir com a compreensão das disciplinas ligadas a ciências (Física, Química e Biologia)? (0 á 10, onde 0 = NADA e 10 = TOTALMENTE) ()

APÊNDICE B

QUESTIONÁRIO B

01- Sobre o que trata as Leis de Newton?

- Mecânica
- Termodinâmica
- Gases
- Eletricidade

02- Qual das afirmações a seguir fazem parte das Leis de Newton?

- Toda ação gera uma reação de mesma intensidade e direção oposta
- Toda corrente elétrica em um condutor gera um campo eletromagnético
- Todos os sólidos possuem um coeficiente de expansão térmica
- Os gases tendem a ocupar todo o volume disponível para sua expansão

03- “Um corpo total ou parcialmente imerso em um fluido sofre um empuxo que é igual ao peso do volume do fluido deslocado pelo corpo” De qual Princípio pertence essa afirmação?

- Lei de Newton
- Princípio de Arquimedes
- Lei de Ohm
- Lei de Boyle-Mariotte

04- Um balão (de massa desprezível) cheio de Hidrogênio ou Hélio tendem á:

(Assinale V – Verdadeiro ou F – Falso)

- Tende a SUBIR quando em uma atmosfera a nível do mar
- Tende a DESCER quando em uma atmosfera a nível do mar
- Tende a SUBIR quando em vácuo
- Tende a DESCER quando em vácuo
- Tende a SUBIR em uma atmosfera de Nitrogênio gasoso (N₂)

05- Um balão (de massa desprezível) cheio de Ar tende á:

(Assinale V – Verdadeiro ou F – Falso)

- Tende a SUBIR quando em uma atmosfera a nível do mar
- Tende a DESCER quando em uma atmosfera a nível do mar
- Tende a SUBIR quando em vácuo
- Tende a DESCER quando em vácuo

06.- Como você entende o fenômeno do Empuxo?

- Uma força surgida devido ao movimento dos fluidos
- Uma força surgida devido a um campo eletromagnético
- Uma força surgida da rotação de um corpo
- Uma força surgida da diferença de densidade de dois fluidos

07- Represente matematicamente o Empuxo

08- Onde se aplica esse fenômeno?

09.- Acha que esse experimento o ajudou a compreender o fenômeno?

(0 á 10, onde 0 = NADA e 10 = TOTALMENTE) ()

10- Acha que experimentos como o que fez podem contribuir com as disciplinas ligadas a ciências (Física, Química e Biologia)? (0 á 10, onde 0 = NADA e 10 = TOTALMENTE) ()

APÊNDICE C

Experimento 01 - Foguetes de palito de fósforo

Objetivo: Com este experimento os alunos podem comprovar e verificar o efeito de combustão, expansão do gases, lançamento balístico entre outros.

Periculosidade: Média (Incêndio)

Tempo de preparação: 20min

Tempo de atividade: até 1h00min

Material Necessário:

- ✓ Clips de papel
- ✓ Caixa de Fósforo tamanho tradicional
- ✓ Folha de Papel Alumínio de 20x20cm



Figura 01.- Materiais necessários

Instruções: Primeiro monte uma base de lançamento com o clipe, como mostrado na figura 02. Em seguida construa seu foguete com um pedaço de papel alumínio na ordem de 1,5x1,5cm envolvendo a cabeça do fósforo e formando assim uma pequena cápsula feita de alumínio, como mostrado na figura 03. Certifique-se que a cápsula de alumínio não está apertada e consegue deslizar sobre a cabeça do fósforo. Agora é só acender um outro palito de fósforo abaixo do fósforo com a cápsula, e aguardar a ignição, como mostrado na figura 04. Muito cuidado com a direção da cápsula para que não acerte o olho de ninguém, uma boa sugestão para essa atividade é discutir com os alunos o que eles supõem que acontece para a cápsula voar, assim como testar possíveis melhorias sugeridas pelos alunos.

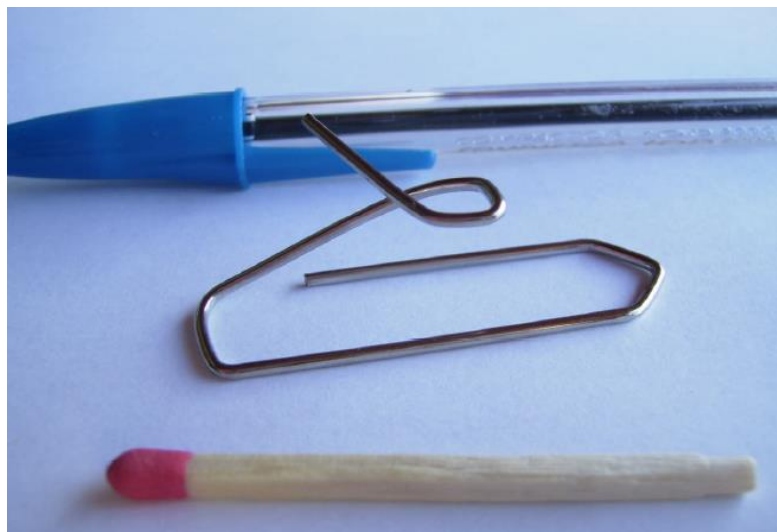


Figura 02.- Suporte



Figura 03.- Foguete na Base de Lançamento



Figura 04.- Procedimento para Lançamento do Foguete

Experimento 02 - Foguetes com canudos

Objetivo: Com este experimento os alunos podem comprovar e verificar o efeito de expansão dos gases, lançamento balístico, aerodinâmica, empenas entre outros.

Periculosidade: **Baixa (Corte com tesoura)**

Tempo de preparação: 20min

Tempo de atividade: até 1h30min

Material Necessário:

- ✓ Fita Adesiva
- ✓ Canudos grandes
- ✓ Canudos médios
- ✓ Tesoura

Onde encontrar: Lojas de papelaria e artigos para festas



Figura 05.- Materiais necessários

Instruções: fazendo do canudo menor um tubo por onde o aluno sopra, e o canudo maior o foguete em si, você só precisa cortar o canudo maior com o comprimento adequado, fechar a ponta com fita como mostrado na figura 06, e recortar a borda inferior do canudo formando assim uma espécie de saia, como mostrado na figura 07, isso com o intuito de simular o efeito de aletas estabilizadoras no nosso pequeno foguete.

Sugestão: Monte e lance também foguetes sem a saia, mais curtos, mais longos, com peso na ponta e etc, e verifique com os alunos qual deles tem um alcance maior, faça uma competição!



Figura06.- Pontas fechadas



Figura 07.- Corte da Saia



Figura 08.- Foguete pronto para Lançamento

Experimento 03 - Balão de Hidrogênio

Objetivo: Com esta curiosa atividade os alunos podem adquirir diversos conceitos teóricos, dentre eles o de empuxo, flutuação, estabilidade, reações químicas, meteorologia, estudos dos ventos, introdução da ideia de sondagem aérea, carga útil, combustão e até mesmo um link com historia de maquinas do tipo aerostatos e muito mais.

Periculosidade: Média (Hidrogênio é inflamável e hidróxido de sódio muito alcalino)

Tempo de preparação: 1h00min

Tempo de atividade: até 3h00min

Material Necessário:

- ✓ Balões de diversos tamanhos
- ✓ Garrafa PET de 2l
- ✓ 100g de Hidróxido de Sódio (*Soda cáustica*)
- ✓ Rolo de papel Alumínio
- ✓ Barbante
- ✓ Copos de café descartáveis
- ✓ Tesoura
- ✓ Funil

Onde encontrar: O Hidróxido de sódio, mais conhecido por *Soda cáustica* é vendido em lojas de material para laboratórios de química apreços acessíveis, porem ainda mais fácil de se encontrar é nos mercados, onde este produto é vendido como desentupidor de encanamento.

Instruções: Coloque na sua garrafa PET aproximadamente 1l de água em seguida com um funil coloque duas colheres de sopa de hidróxido de sódio na água e espere dissolver, este será o leito reativo. Agora pique o equivalente a 0,5m de folha de papel alumínio, como mostrado na figura 15, em seguida acrescente dentro da garrafa, e deverá ficar como na figura 17. Rapidamente coloque o balão na boca e espere até que ele esteja cheio, então você irá dar um nó e amarrar o barbante, onde na ponta será colocado a carga útil, por exemplo um copo descartável de café. Lembrando que, o hidrogênio quando manipulado de forma responsável e longe de fagulhas, chamas e centelhas não é perigoso. No caso da Soda, deve-se tomar o cuidado de não permitir o contato com a pele, e o superaquecimento da garrafa, onde neste caso deve ser acrescentado uma quantidade maior de água no leito ou mesmo descartado o experimento, por risco de vazamento da garrafa.

Sugestão: Pequenos circuitos eletrônicos com sensores ambientais ou mesmo uma pequena câmera podem ser presos em um balão de aniversário de tamanho grande, conhecido por *bexigão*. Esta pequena e barata sonda pode ser lançada ou presa por uma linha de nylon e subir alguns quilômetros.



Figura 07.- Preparação do Al



Figura 08.- Tamanho ideal para reação



Figura 09.- Aspecto do reator com geração de Hidrogênio gasoso



Figura 10.- Balão cheio de hidrogênio



Figura 11.- Balões com hidrogênio produzido pelo reator caseiro

Experimento 04 - Ação e reação com latas de refrigerante

Objetivo: Com este experimento os alunos podem comprovar e verificar o efeito de escoamento de líquidos, jato de líquido em reservatório aberto, momento angular e vetorial, roda de reação, transferência de energia, leis de Newton, entre outras.

Periculosidade: **Baixa (Corte com tesoura ou objeto perfurante)**

Tempo de preparação: 15min

Tempo de atividade: até 1h00min

Material Necessário:

- ✓ Latas de refrigerante vazias
- ✓ Barbante
- ✓ Tesoura com ponta ou algum objeto perfurante como uma lapiseira



Figura 12.- Latas com anel

Instruções: Este experimento é bem simples e rápido, você só precisa abrir uma latinha de refrigerante sem arrancar o anel usado para abrir o lacre da lata. Em seguida puxe o anel para a posição de 90° com a superfície da lata. Amarre então um barbante de aproximadamente 1m, e faça vários furos pequenos da ordem de 2mm na lateral inferior da lata. Detalhe que estes furos devem ser feitos tangenciais a lata, ou seja, eles devem ter aparência de elipses olhando-os pela frente, de acordo com a figura 13.



Figura 13.- Furo tangencial



Figura 14.- Lata iniciando giro

Experimento 05 - Carro movido a ar comprimido

Objetivo: A partir desta atividade os alunos podem verificar na prática conceitos de empuxo, cinemática, dinâmica entre outros.

Periculosidade: **Baixa (Corte com tesoura)**

Tempo de preparação: 1h00min

Tempo de atividade: até 2h00min

Material Necessário:

- ✓ Carro de plástico leve e com pouco atrito
- ✓ Carretel de linha de costura
- ✓ Balão de aniversário
- ✓ Clips
- ✓ Canudos
- ✓ Fita adesiva



Figura 15.- Materiais necessários para o experimento 05.

Instruções: De início fixe o carretel na ponta do canudo, se necessário você pode usar cola do tipo epóxi (*Araldite*), ou mesmo a base de Cianoacrilato (*SuperBonder*). Após este passo deve-se esticar a boca do balão e encaixá-lo no carretel. Agora é só prender o canudo ao corpo do carro com a fita adesiva. Para tornar mais prático, pode-se usar canudos de refrigerante dobráveis e prender o carretel com o balão na ponta vertical, como mostrado na figura 16. Agora é só soprar o balão, prender a ponta do canudo com clips e soltar para ele funcionar



Figura 16.- Carro terminado



Figura 17.- Carro pronto para funcionamento

Experimento 06 – Medidas astronômicas com isopor

Objetivo: Com esta atividade você terá condições de explorar com os alunos elementos de medidas, sistemas de unidades, astronomia básica, além de uma forte conexão com as aulas de artes.

Periculosidade: **Baixa (corte com tesoura ou estilete)**

Tempo de preparação: 1h00min

Tempo de atividade: até 2h30min

Material Necessário:

- ✓ Bolas de isopor de diversos tamanhos
- ✓ Tinta guache
- ✓ Linha de nylon
- ✓ Agulha grossa
- ✓ Fita adesiva

Instruções: Juntamente com os alunos vocês devem pesquisar a relação de tamanho dos planetas do sistema solar de início, em seguida devem achar a relação de distância de todos os planetas em relação ao Sol. Após feito isso, pintem e decorem cada um dos 8 planetas e o Sol com suas cores características, e em seguida escolham uma posição no teto da sala de aula e passando por dentro da bola de isopor a linha de nylon prenda-a no teto com a fita adesiva. Assim é só ir colando os outros astros até ter o sistema solar completo. Um bom complemento para os alunos é colocar nesse sistema solar outros objetos como asteróides, luas e mesmo algumas sondas espaciais.

Sugestões: Para saber as relações de distância e tamanho dos planetas, você pode usar como excelente e rápido recurso a internet, podendo até essa pesquisa ficar a cargo dos alunos. Quanto à cor do sistema solar vocês podem fazer um instrutivo link com o professor de artes, de modo a reproduzir de forma mais detalhada as texturas e cores dos vários planetas e outros objetos que decidam representar. Provavelmente vocês não iram encontrar esferas de isopor com as relações idênticas, porém é outra boa oportunidade para estudar o sistema de escalas e de medidas junto com os alunos e descobrir a margem de erro do novo sistema solar.



Figura 18.- Materiais necessários



Figura 19.- Processo de pintura dos planetas



Figura20.- Planetas em posição presos pelo nylon

Experimento 07 – Vôo com balões de ar

Objetivo: Através deste experimento rápido e simples você pode trabalhar na sala de aula com os conceitos de trajetória e estabilidade, assim como empuxo, velocidade de vôo, aceleração entre outros.

Periculosidade: Baixa (corte com tesoura ou estilete)

Tempo de preparação: 30min

Tempo de atividade: até 1h30min

Material Necessário:

- ✓ Balão de aniversário
- ✓ Linha de nylon
- ✓ Canudo
- ✓ Fita Adesiva
- ✓ Prendedor de roupa



Figura 21.- Material necessário

Instruções: Prenda nas paredes da sala um cabo de nylon, de modo que este atravesse a sua sala, porém em uma das pontas deixe um nó fácil de desatar pois você terá de colocar ainda o balão. Agora encha um balão e feche a boca com o prendedor, então prenda em sua superfície um canudo com a fita adesiva. Assim basta você passar o cordão por dentro do canudo e abrir a boca do balão.

Sugestão: Você pode variar o comprimento do cordão, a rugosidade, a inclinação, assim como também é bem interessante que você mude o tipo e a forma do balão usado, podendo até colocar na boca do balão carretéis ou dispositivos que diminuam o diâmetro da boca do balão.



Figura 21.- Balão antes do lançamento

Sugestões: Upgrade seu foguete com um segundo estágio, esta atividade mostra o princípio usado nos foguetes, o dedivisão de massa em vários estágios, onde você pode explorar os conceitos de cinemática e dinâmica com alunos. Encha o primeiro balão e prenda com a fita adesiva o canudo sobre sua superfície, como visto na figura 22. Faça o mesmo com o segundo balão. Agora posicione os balões na linha de nylon que você prendeu. Neste ponto é so esticar a boca do balão da frente ate a parte de baixo do balão de traz, e ai passar um elástico prendendo a boca.

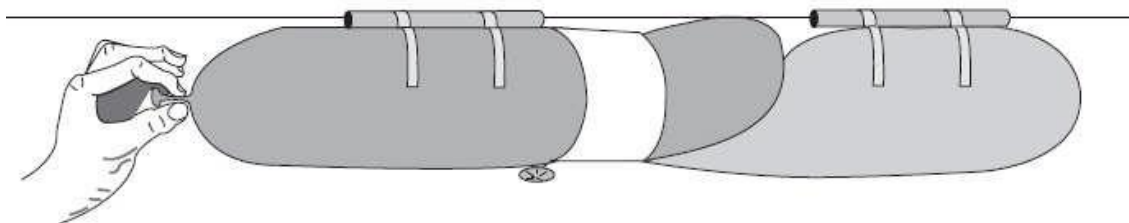


Figura 22.- Sistema de balão de dois estágios

Experimento 08 - Relógio de Sol

Objetivo: Com esta atividade você pode explorar os temas das estações ano, da rotação da Terra, do conceito de hora, geometria aplicada, princípios de ótica, entre outros conceitos ligados a física e também a historia e a arte.

Periculosidade: **Baixa (corte com estilete e tesoura)**

Tempo de preparação: 20min

Tempo de atividade: até 1h00min

Material Necessário:

- ✓ Folha A4
- ✓ Transferidor
- ✓ Papel cartão
- ✓ Cola
- ✓ Canudos



Figura 23.- Materiais Necessários

Instruções: Para este experimento você irá cortar um retângulo de papelcartão com as medidas de 35cm x 20 cm, e dobrar deixando assim uma base de 20cm x 20 cm, de acordo coma a figura 57. Na face que será usada, faça doze marcações e enumere de acordo com as horas do dia, em seguida cole um canudo no centro da marcação, e uma rosa dos ventos na Base. Agora é só alinhar seu relógio com as coordenadas geográficas, e calibrar as marcações de acordo com a sombra do canudo sobre a marcação.



Figura 24.- Relógio pronto para uso

Experimento 09 - Aviões de papel

Objetivo: Esta outra atividade também pode ser ligada a disciplina de história e artes, além claro dos elementos relacionados mecânica dos fluidos, efeito Coanda, dinâmica do voo, aerodinâmica, arrasto, entre outros.

Periculosidade: Baixa (choque do avião com olho)

Tempo de preparação: 20min

Tempo de atividade: até 2h00min

Material Necessário:

- ✓ Folhas A4
- ✓ Coletânea de modelos
- ✓ Tesoura



Figura 25.- Materiais Necessários

Instruções: Através dos vários modelos passo a passo fornecidos juntamente com o material, você pode encontrar mais modelos na internet. Basicamente você deve imprimir as folhas modelo, dobrar e cortar onde é descrito e assim montar o avião. Porém aí você tem condições de fazer modificações nos modelos e testá-los com os alunos, na forma de competição, prova ou mesmo experimentação.



Figura 26.- Exemplo 01



Figura 27.- Exemplo 02

Experimento 10 - Foguete a vapor de Álcool

Objetivo: Com esta atividade você pode demonstrar aos alunos os efeitos da combustão e da expansão dos gases, gerando assim empuxo em um pequeno dispositivo.

Periculosidade: Média (queimadura com álcool)

Tempo de preparação: 40min

Tempo de atividade: até 2h00min

Material Necessário:

- ✓ Garrafa PET na faixa de 600ml
- ✓ Pulverizador
- ✓ Álcool líquido o mais concentrado possível
- ✓ Pregos
- ✓ Martelo
- ✓ Canudo
- ✓ Linha de Nylon
- ✓ Fósforos
- ✓ Fita adesiva

Instruções: Estique a linha de nylon de um lado a outro da sala, agora faça um pequeno furo na tampa da garrafa PET, algo na faixa de 2mm, prenda-a novamente na garrafa, prenda o canudo na garrafa com a fita adesiva e a posicione na linha de nylon, de acordo com a figura 49. Agora é só borrifar um pouco de álcool dentro da garrafa PET pela tampa, e aproximar o fósforo acesso da boca, para que o álcool atomizado dentro da garrafa se inflame e gere empuxo.



Figura 28.- Materiais necessário



Figura 29.- Foguete pronto para voo

Experimento 11 - Projetando e construindo um foguete a água

Objetivo: Com esta atividade você pode explorar elementos tanto de física, como de matemática e até mesmo de artes. Pode-se verificar diversos conceitos de estabilidade aplicadas a foguetes de sondagem, aerodinâmica, centro de massa e de pressão.

Periculosidade: Baixa (corte com estilete)

Tempo de preparação: 1h00min

Tempo de atividade: até 3h00min

Material Necessário:

- ✓ Garrafas PET
- ✓ Cartolina
- ✓ Fita adesiva
- ✓ Estilete



Figura 30.- Materiais para o Foguete à Água

Instruções: Primeiramente deve-se planejar e projetar o foguete, tal atividade pode ser realizada com os alunos simulando uma agência espacial ou mesmo uma empresa, você pode transformar seus alunos em engenheiros e cientistas por algumas horas. Primeiro escolha o desenho da garrafa, em seguida o da ogiva, podendo ser feita cônica com cartolina ou com espuma de EVA, ou mesmo feita com a ponta de alguma outra garrafa. Lembrando que é extremamente recomendado que na ponta exista algo para amortecer uma possível queda em local inadequado, como exemplo isopor, espuma, EVA, papelão etc.

Agora desenhe a forma de suas aletas, e para verificar se elas são obastante, coloque sua garrafa sobre um pedaço grande de papel cartão edesenhe o perfil dela, junto com as aletas e a ogiva. Agora recorte a forma do foguete e tente apoiar

sobre o dedo até achar o ponto em que ele se equilibra, este ponto equivale ao centro de pressão do seu foguete. Agora monte seu foguete com as aletas e com a ogiva com fita adesiva mesmo, então tente apoiar e achar o ponto em que ele se equilibra, este é o centro de massa do seu foguete. Para saber se as aletas são grandes o suficiente, verifique se o centro de pressão está atrás do centro de massa do foguete, o mais afastado possível, na ordem de 1 vez o diâmetro do foguete, estando esta bem equilibrado, caso contrário coloque mais aletas, ou aumente a área de cada uma delas. Na construção, você pode recortar suas aletas com papel cartão, ou mesmo com aquele isopor de bandeja de frios. Depois é só colar no foguete com bastante fita adesiva, o mesmo com a ogiva feita de ponta de garrafa ou cartolina. Uma boa dica para colocar as aletas numa posição mais estável, é recortar um anel de 15cm de comprimento de uma garrafa e fixar este anel na parte inferior do foguete, e fixar as aletas com fita adesiva neste anel.



Figura 31.- Foguete á Agua na base de lançamento de PVC