



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**CONSTRUINDO CONCEITOS DE MECÂNICA POR MEIO DA INTERAÇÃO COM
EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO**

JERONIMO LEVI RODRIGUES MORAES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Faculdade de Física, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Profa. Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha

Co-orientadora: Profa. Dra. Fátima Nazaré Baraúna Magno

Belém - Pará

Outubro de 2018



ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO Mestrado NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.

ATA DA 17ª SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado INTITULADA "CONSTRUINDO CONCEITOS DE MECÂNICA POR MEIO DA INTERAÇÃO COM EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO NO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO". PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENSINO FÍSICA, COMO DISPÕE O ARTIGO 33º DO REGIMENTO DO MNPEF, REALIZADA ÀS 08 HORAS DO DIA 19 DE OUTUBRO DE 2018, NO AUDITÓRIO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA-ENSINO, A DISSERTAÇÃO FOI APRESENTADA DURANTE 40 MINUTOS PELO CANDIDATO **JERÔNIMO LEVI RODRIGUES MORAES**, MATRÍCULA Nº **201668870014**, DIANTE DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. ASSIM CONSTITUÍDA: MEMBROS: **PROFA. DRA. SIMONE DA GRAÇA DE CASTRO FRAIHA (ORIENTADORA)**, **PROF. DR. ALEX JUNIOR DE FREITAS CABRAL (MEMBRO EXTERNO)** e **PROF. DR. JOÃO FURTADO DE SOUZA (MEMBRO INTERNO)**. EM SEGUIDA, O CANDIDATO FOI SUBMETIDO À ARGÜIÇÃO, TENDO DEMONSTRADO PLENO CONHECIMENTO NO TEMA OBJETO DA DISSERTAÇÃO, HAVENDO A BANCA EXAMINADORA DECIDIDO PELA **APROVAÇÃO** DA MESMA, E QUE SE PROCEDA NO PRAZO MÁXIMO DE 30 DIAS A VERSÃO FINAL COM AS RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS. PARA CONSTAR, FORAM LAVRADOS OS TERMOS DA PRESENTE ATA, QUE LIDA E APROVADA RECEBE A ASSINATURA DOS INTEGRANTES DA BANCA EXAMINADORA E DO CANDIDATO.

CANDIDATO:

Jeronimo Levi N. Moraes

BANCA EXAMINADORA:

Simone da Graça de Castro Fraiha
Profa. Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha
(Orientadora - MNPEF – UFPA)

Alex Junior de Freitas Cabral
Prof. Dr. Alex Junior de Freitas Cabral
(Membro Externo - MNPEF – UFOPA)

João Furtado de Souza
Prof. Dr. João Furtado de Souza
(Membro Interno - MNPEF – UFPA)

**CONSTRUINDO CONCEITOS DE MECÂNICA POR MEIO DA INTERAÇÃO COM
EXPERIMENTO DE BAIXO CUSTO NO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO.**

JERÔNIMO LEVI RODRIGUES MORAES


Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) em Ensino de Física no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

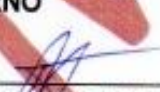
ORIENTADORA:


Prof. Dra. **SIMONE DA GRAÇA DE CASTRO FRAIHA**
(MNPEF – UFPA)

MEMBRO EXTERNO


Prof. Dr. **ALEX JÚNIOR DE FREITAS CABRAL**
(MNPEF – UFOPA)

MEMBRO INTERNO


Prof. Dr. **JOÃO FURTADO DE SOUZA**
(MNPEF- UFPA)

Belém - PA
Outubro - 2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF
Av. Augusto Corrêa, 01 – 66075-110, Belém- PA
Fone/FAX: (091) 3201-7403

DECLARAÇÃO DE REVISÃO DA VERSÃO FINAL DE DISSERTAÇÃO

Declaramos para os devidos fins que o discente JERONIMO LEVI RODRIGUES MORAES, regularmente matriculado no curso do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) apresentou a **VERSÃO FINAL** de sua Dissertação de Mestrado defendida em 19 de Outubro de 2018, cujo título foi "CONSTRUINDO CONCEITOS DE MECÂNICA POR MEIO DA INTERAÇÃO COM EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO", e que o mesmo fez todas as revisões e sugestões indicadas pela banca examinadora.

Belém-Pará, 14 de Novembro de 2018.



Profa. Dra. SIMONE DA GRAÇA DE CASTRO FRAIHA
Orientadora



JERONIMO LEVI RODRIGUES MORAES
Mestrando

- M827c Moraes, Jeronimo Levi Rodrigues
Construindo conceitos de mecânica por meio da interação com experimentos de baixo custo no 1º ano do ensino médio / Jeronimo Levi Rodrigues Moraes. — 2018
x, 105 f. : il. color
- Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Física (PPGF), Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.
Orientação: Profa. Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha
Coorientação: Profa. Dra. Fátima Nazaré Baraúna magno.
1. Ensino de mecânica, Experimentos de baixo custo, Teoria da interação social de Lev Vygotsky, Física., I. Fraiha, Simone da Graça de Castro, *orient.* II. Título

CDD 530.0724

Dedico esta dissertação aos meus alunos.

*“Diga-me e esquecerei, ensina-me
e eu poderei lembrar, envolva-me e eu aprenderei.”*

Benjamin Franklin

Agradecimentos

À Deus, pela saúde e pelas oportunidades ao longo da minha vida.

À minha mãe Maria, que nunca mediu esforços para proporcionar a melhor educação possível à mim e aos meus irmãos.

À minha namorada Ana Carolai pelo apoio e compreensão em todas as horas.

Às minhas orientadoras Simone Fraiha e Fátima Magno, pela paciência, compreensão e dedicação.

Ao professor Licurgo Brito pela sua colaboração e conselhos.

Ao professor Rubens Silva pela paciência e carinho com que trata os alunos do mestrado.

Ao professor João Paulo pela ajuda no processo seletivo do mestrado.

Ao professor Renato Afonso pela sua colaboração e amizade.

Ao professor Marcelo Lima pela sua paciência em ensinar eletromagnetismo.

À professora Silvana Perez por suas sugestões e conselhos.

Ao professor Crispino por me ajudar desde a graduação.

Ao professor Fabricio Alves por me informar sobre o mestrado profissional.

Ao professor Heraldo Cañizo por ser um mestre pra mim.

Ao professor Renato Cunha por me ajudar sempre que precisei.

Ao professor Aldo Vieira (In memoriam) por me abrir a primeira porta do magistério e que Deus o tenha.

À todos os professores do curso do mestrado profissional em Ensino de Física.

À Universidade Federal do Pará, por ter proporcionado a realização do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Físico Polo 37.

À Capes pela provisão da bolsa de mestrado.

Aos meus colegas de turma, por todo apoio.

Aos meus alunos.

RESUMO

CONSTRUINDO CONCEITOS DE MECÂNICA POR MEIO DA INTERAÇÃO COM EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO

Jeronimo Levi Rodrigues Moraes

Orientadora:

Simone da Graça de Castro Fraiha

Co-orientadora:

Fátima Baraúna Magno

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Apresentamos nesta dissertação uma proposta para o ensino de Mecânica no 1º ano do Ensino Médio por meio da inclusão de experimentos de baixo custo produzidos pelos alunos com o objetivo de melhorar o processo ensino-aprendizagem, utilizando a Teoria da Interação Social de Lev S. Vygotsky, tendo o professor como um parceiro mais capaz e colocando o aluno como agente participativo e colaborativo nas aulas de Física. Esses alunos foram avaliados por meio de relatórios confeccionados por eles a respeito da contribuição que essa interação lhes deu na aprendizagem de um determinado conceito físico.

Palavras-chave: Ensino de Mecânica, Experimentos de baixo custo. Teoria da Interação Social de Lev S. Vygotsky, Física.

Belém - Pará

Outubro de 2018

ABSTRACT

BUILDING MECHANICAL CONCEPTS THROUGH INTERACTION WITH LOW COST EXPERIMENTS IN THE 1ST YEAR OF MIDDLE SCHOOL

Jeronimo Levi Rodrigues Moraes

Supervisors:

Simone da Graça de CastroFraiha

Fátima Nazaré Baraúna Magno

Abstract of master's degree Dissertation submitted to the Post-Graduate Program in Physics Teaching, Institute of Physics, Federal University of Pará, as part of the requisites required to obtain the Master's Degree in Physics Teaching.

We present in this dissertation a proposal for the teaching of mechanics in the first year of high school through the inclusion of low cost experiments produced by students with the objective of improving the teaching and learning process, using the social interaction theory of Lev S. Vygotsky, taking the teacher as a more capable partner and placing the student as participatory and collaborative agent in the Physics class. These students were evaluated through reports made by them regarding the contribution that this interaction gave them in learning a certain physical concept.

Keywords: Teaching Mechanics, Low Cost Experiments. The Social Interaction Theory of Lev S. Vygotsky, Physics.

Belém - Pará

October 2018

Sumário

Capítulo 1	
Introdução	11
1.1 Motivação	13
1.2 Justificativa	13
1.3 Objetivos	14
1.4 Plano da Dissertação	14
Capítulo 2	
Estado da arte	16
2.1 Alguns trabalhos, que usam como metodologia a introdução de experimentos em aulas.....	16
2.2 Vantagens das atividades experimentais verificadas numa escola	21
Capítulo 3	
Fundamentos teóricos	24
3.1 A teoria da Interação Social de Vygotsky.....	24
3.2 Alguns trabalhos recentes na área de ensino de Física que utilizaram a teoria de Vygotsky.....	26
Capítulo 4	
Metodologia.....	28
4.1 Produção de uma Sequência Didática pelo Professor	28
4.2 Etapas da Sequência Didática	29
Capítulo 5	
Conteúdos de Física Trabalhados	31
5.1 Leis de Newton	31
5.2 Estática	35
5.3 A força de atrito	37
5.4 Força Elástica – Lei de Hooke	39
5.5 Hidrostática	40
Capítulo 6	
Produto Educacional	46
6.1 Descrição do produto	46
6.2 Experimentos Demonstrativos: materiais e métodos	47
Capítulo 7	
Aplicação do Produto	53
Capítulo 8	
Resultado e análise dos relatórios produzidos pelos alunos.....	62
Capítulo 9	
Considerações finais.....	71

Referências	73
Anexos	75
Anexo 1.....	75
Anexo 2.....	76
Apêndices	78

Lista de Figuras

Figura 2.1 - Grupo de professores do Labdemon	19
Figura 2.2 - Alunos em visita ao Labdemon.....	20
Figura 2.3 - Alunos em visita ao Labdemon.....	20
Figura 2.4 - Alunos em visita ao Labdemon.....	21
Figura 2.5 - Experimento produzido por alunos.....	22
Figura 2.6 - Experimento produzido por alunos.....	22
Figura 2.7 - Experimento produzido por alunos.....	23
Figura 5.1 - Isaac Newton e o livro Principia)	31
Figura 5.2 - Lei da inércia.....	32
Figura 5.3 – Ação e Reação	34
Figura 5.4 - Esquema de três forças: a) Concorrentes em um único ponto; b) Paralelas.....	36
Figura 5.5 - Tipos de equilíbrio.....	37
Figura 5.6 - João-bobo.....	38
Figura 5.7 - Força de atrito.....	38
Figura 5.8 - Gráfico da força de atrito.....	39
Figura 5.9 - Lei de Hooke.....	40
Figura 5.10 - Fluido em Equilíbrio, amostra em destaque.....	43
Figura 5.11 - Fluido em Equilíbrio.....	44
Figura 5.12 - Princípio de Arquimedes.....	44
Figura 5.13 – Empuxo.....	45
Figura 6.1 - Plano inclinado (lei da inércia)	48
Figura 6.2 - Brinquedo João-bobo	49
Figura 6.3 - Carrinho movido a ar	50
Figura 6.4 - Atrito no plano inclinado.....	51
Figura 6.5 - Medindo o empuxo	52
Figura 7.1 - Plano inclinado de Galileu	54
Figura 7.2 - Alunas durante a apresentação da Lei da Inércia.....	55
Figura 7.3 - Alunos montando o brinquedo João-bobo	56
Figura 7.4 - Alunos explicando sobre o funcionamento do brinquedo	57

Figura 7.5 - Aluna demonstrando a 3ª lei de Newton	58
Figura 7.6 - Alunos demonstrando o experimento do plano inclinado	59
Figura 7.7 - Alunas demonstrando a força de empuxo	60
Figura 7.8 - Alunas realizando experimento de empuxo com álcool	60

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Para o aluno que inicia o Ensino Médio com expectativa de estudar novos assuntos nas várias matérias, incluindo a Física, pode ser bastante frustrante se o professor mostrar a Física apenas envolvendo cálculos e fórmulas. A Física é, sim, uma ciência muito mais presente no dia-a-dia do aluno do que ele imagina, e assim deve ser trabalhada pelo professor. Nossa primeira impressão como aluno, e depois como professor ao lecionar Física, no primeiro ano do Ensino Médio, foi de que a dificuldade maior dos alunos era a abstração e a velha “decoreba” das fórmulas, que em nada motivava os discentes a se interessarem pelos fenômenos estudados, e acabava criando um aluno com aversão a essa ciência maravilhosa.

A estratégia adotada para aumentar o interesse dos alunos na disciplina, logo no primeiro ano do Ensino Médio, foi aliar a teoria com experimentos feitos com material, de baixo custo, produzidos pelos próprios alunos. Essa abordagem facilita o processo ensino-aprendizagem, pois envolve os alunos, mostrando na prática o que é estudado nos livros. Assim, atiçando a curiosidade dos alunos, podemos ter resultados mais satisfatórios, não apenas nas notas dos testes, mas também no interesse pelas Ciências Naturais.

Chegamos a essa estratégia respondendo duas questões:

- 1- Por que utilizar experimentos nas aulas de Física?
- 2- Por que utilizar experimentos na 1ª série do Ensino Médio?

A resposta à primeira pergunta é baseada na nossa experiência em sala de aula, pois verificamos que muitas vezes os alunos demonstravam um interesse maior pela disciplina quando a exposição teórica era associada ao seu cotidiano, mesmo que apenas em uma imagem ou desenho na lousa. Isso nos fez pensar que se uníssemos teoria e prática, até com experimentos simples, obteríamos um melhor aproveitamento do tema discutido com eles e, naturalmente, aumentaria o interesse na ciência.

Em relação à segunda pergunta, nas turmas em que ministramos aula até este momento, o conteúdo de Física do primeiro ano do Ensino Médio é o que os alunos apresentam maior dificuldade para aprender, por duas razões principais: muitos estão tendo contato com a disciplina pela primeira vez e a dificuldade em relação aos cálculos matemáticos exigidos nos assuntos de cinemática e dinâmica. Nesses assuntos existem várias equações, fazendo com que os discentes preocupem-se mais em decorar fórmulas do que entender os conceitos que estão sendo explicados.

Com base nessas observações introduzimos experimentos e verificamos que houve, imediatamente, uma resposta positiva por parte dos alunos, que além de estudar a teoria, montavam os experimentos interagindo entre eles e/ou com o professor e, finalmente, podiam comprovar na prática tudo aquilo que o professor explicava em sala. Efetivamente, em sala de aula, trabalhamos com 5 experimentos que foram escolhidos levando em consideração os conteúdos ministrados no primeiro ano do Ensino Médio e obedecendo a seguinte sequência: Cinemática, Dinâmica e Hidrostática.

Esses experimentos podem ser confeccionados com ou sem o auxílio do professor/orientador, ou de um parceiro mais experiente, como livros de Física e sites de algumas Universidades onde a confecção de vários experimentos de baixo custo é mostrada.

Desta forma, pretendemos mostrar aos alunos que a Física é uma ciência experimental, e o quanto o uso de experimentos facilita o seu aprendizado, estimulando a participação dos alunos em atividades em grupo, em sala de aula, por meio de demonstrações qualitativas e quantitativas, da teoria apresentada.

Esta dissertação teve como referencial teórico a teoria da interação social de Lev S. Vygotsky, uma vez que, segundo Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo se dá por meio de mecanismos de natureza sociais e peculiares ao ser humano. Um dos pilares de sua teoria é o chamado “método genético-experimental”, que ele utiliza na análise do desenvolvimento cognitivo do ser humano (DRISCOLL, 1995, p. 225); de acordo com Vygotsky, a interação

social é o veículo fundamental para a transmissão do conhecimento, ou seja, a criança precisa interagir para aprender.

1.1 Motivação

A motivação para este trabalho é contribuir no processo ensino-aprendizagem dos alunos de Física do 1º ano do Ensino Médio por meio de experimentos de baixo custo sobre Mecânica, produzidos pelos alunos. Desta forma, outros professores de escolas públicas podem utilizar essa estratégia com seus alunos e assim melhorar o ensino de Física em suas aulas, aumentando o interesse e a empolgação dos alunos em aprender Ciências.

1.2 Justificativa

Acreditamos que grande parte dessa dificuldade se deve principalmente à abstração das fórmulas em cinemática e dinâmica, e por não conseguirem relacionar o conteúdo teórico apresentado pelo professor com o cotidiano. Ao apresentar aplicações práticas simples o professor poderia diminuir a dificuldade na compreensão por parte dos discentes e atrairia cada vez mais a atenção dos mesmos para o uso dos laboratórios de Ciências, que são pouco utilizados nas escolas públicas. Dessa forma, o uso de experimentos seria um atrativo a mais para motivar o aluno a aprender e estudar temas que fazem parte da sua vida sem se preocupar com a matematização dos conteúdos, uma vez que saber física não significa apenas saber fórmulas.

Os fenômenos físicos ocorrem na vida diária das pessoas e devemos procurar explicá-los aos discentes utilizando-se uma linguagem acessível. Eles acontecem na vida cotidiana de todos e devemos procurar elucidar os fenômenos ocorridos de uma forma simples e informal, para que o aluno saiba quando e como está empregando o conceito físico em seu dia a dia. Um dos objetivos é demonstrar que muitos eventos da vida cotidiana são explicados pela ciência, e que o princípio físico é utilizado sem sabê-lo.

1.3 Objetivos

Objetivo Geral

Facilitar o processo de ensino-aprendizagem do aluno na disciplina Física por meio da interação dos discentes utilizando experimentos de baixo custo.

Objetivos Específicos

- Despertar o interesse dos alunos no estudo das ciências exatas.
- Facilitar a compreensão dos conceitos de Física no 1º ano do Ensino Médio.
- Promover interações sociais que tornem as explicações mais acessíveis.
- Aguçar a curiosidade dos alunos e torná-los mais críticos e questionadores.
- Estimular o trabalho em equipe entre os alunos.
- Verificar as potencialidades de experimentos mais simples para o ensino-aprendizagem de Física.

1.4 Plano da Dissertação

Esta dissertação é composta de 9 Capítulos e 2 Apêndices, cuja apresentação e conteúdo estão organizado conforme se segue:

O Capítulo 1 contém a Introdução, onde se encontra a proposta de contribuir para o ensino de Física no 1º ano do Ensino Médio, por meio de uma metodologia inovadora que se opõe a maneira tradicional e ultrapassada de explicar os conceitos de Física apenas através de fórmulas matemáticas. Faremos a introdução de experimentos de baixo custo, servindo para estimular a curiosidade dos alunos nas aulas de escolas públicas de Belém, tornando essas aulas bem mais atraentes para os estudantes.

No Capítulo 2, o Estado da arte, apresenta os trabalhos atuais de outros professores que usam uma metodologia semelhante, ou seja, trabalham com a introdução de experimentos em suas aulas.

No Capítulo 3, Fundamentação Teórica e Metodologia, trataremos da Teoria da Interação social de Lev S. Vygotsky, que justificará a escolha dos experimentos e a aprendizagem das crianças por meio do método proposto, com o desenvolvimento cognitivo pela mediação do professor como um parceiro mais capaz e metodologia utilizada, onde traz todas as etapas da aplicação do produto, desde a divisão dos assuntos escolhidos e o sorteio dos experimentos, até a montagem e a apresentação dos experimentos, culminando com a avaliação final por meio de relatórios do que foi aprendido sobre determinado tema de Mecânica.

No Capítulo 4, temos a Metodologia, onde é apresentada a sugestão de uma Sequência Didática com 5 experimentos de Mecânica, relativos ao conteúdo do 1º ano do Ensino Médio, que foram escolhidos pelo professor visando tornar as aulas de Física mais dinâmicas e motivadoras para os estudantes.

No Capítulo 5, temos os Conteúdos de Física trabalhados nos experimentos produzidos pelos alunos.

No Capítulo 6, temos o Produto Educacional que consta de uma sequência didática com 5 experimentos de baixo custo que podemos ser trabalhados pelo professor do 1º ano do ensino médio em uma escola pública.

No Capítulo 7, temos a Aplicação do produto educacional, onde citamos os 5 experimentos escolhidos para serem trabalhados, bem como a Sequência Didática para a sua montagem juntamente com a teoria abordada.

No Capítulo 8, Resultados e Análise do Relatório feito pelos alunos, descreve os resultados obtidos com a aplicação do produto, bem como a opinião dos alunos ao método utilizado pelo professor com a confecção dos experimentos.

No Capítulo 9, nas Considerações Finais mostramos os resultados do trabalho realizado e a sua contribuição ao ensino de Física no 1º ano do Ensino Médio.

CAPÍTULO 2

ESTADO DA ARTE

2.1 Alguns trabalhos, que usam como metodologia a introdução de experimentos em aulas

Moreira (2015) desenvolveu no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Belo Jardim (IFPE) em uma turma do primeiro ano do curso técnico de informática, integrado ao Ensino Médio do IFPE, experimentos de baixo custo no ensino de mecânica no segundo bimestre de 2015 com o intuito de proporcionar a seus alunos uma experiência prática atrelada a realidade de conceitos de Física vivenciados no seu cotidiano. Moreira utilizou como referencial teórico a teoria de aprendizagem de Lev Vygotsky, que é fundamentada na relação entre indivíduos e utilizado no seu trabalho, 5 experimentos sobre mecânica envolvendo incertezas nas medições físicas, movimento retilíneo uniforme (MRU) e queda livre. O autor considerou válida a atividade e pretendia tornar essa prática constante em sua carreira de docente.

Para este autor,

Existe uma grande necessidade de se abordar o ensino de física unindo a teoria com a prática. Frequentemente, a física é ensinada de forma abstrata, longe da realidade do aluno, muitas vezes por problemas como o excesso de burocracia de algumas instituições. (MOREIRA, 2015)

Gaspar e Monteiro (2005) produziram um trabalho com uso de atividades experimentais de Física em sala de aula. A teoria de Vygotsky foi usada como uma fundamentação para as atividades de demonstração, como o papel da interação social. Essas demonstrações experimentais, desde que adequadamente apresentadas, proporcionam situações específicas e momentos de aprendizagem que dificilmente aparecem nas aulas tradicionais, de lousa e giz.

De acordo com os autores,

Alguns fatores parecem favorecer a demonstração experimental: a possibilidade de ser realizada com um único equipamento para todos

os alunos, sem a necessidade de uma sala de laboratório específica, a possibilidade de ser utilizada em meio à apresentação teórica, sem quebra de continuidade da abordagem conceitual que está sendo trabalhada e, talvez o fator mais importante, a motivação ou interesse que desperta e que pode predispor os alunos para a aprendizagem. (GASPAR e MONTEIRO, 2005)

Bezerra (2016) propõe, em sua dissertação no MNPEF/UFPA, uma discussão para os professores de Educação Básica sobre as várias possibilidades do uso de metodologias experimentais (atividade experimental) nas aulas de ciências, em especial nas aulas de Física, baseado na teoria de Aprendizagem Significativa. De acordo com o professor Bezerra, a atividade experimental deve ser utilizada de forma consciente pelo professor para que possa potencializar os ganhos oferecidos por essa prática de ensino pelo professor. Em seu trabalho consta como produzir ou escolher uma atividade experimental, tendo o professor como referência, para os seguintes tópicos: quanto a autonomia do estudante frente ao experimento, quanto ao momento a ser trabalhado, quanto aos conteúdos que podem ser trabalhados, quanto aos objetivos do professor, quanto aos materiais usados e quanto ao local utilizado pelo professor.

Para o autor,

A principal contribuição que a minha vivência no Laboratório Multidisciplinar de Ciências (LMC) desde então me possibilitou, foi enxergar não só a Educação em Ciências como uma área científica, mas perceber a sala de aula e o laboratório didático como espaços muito ricos e propícios à campo de investigação, e portanto, passível de construção de conhecimentos e contribuição para a comunidade científica e escolar. (BEZERRA, 2016)

Cavalcante *et al* (2008), do grupo de pesquisa em ensino de Física da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC – SP) propõe inserir o computador no laboratório de Física utilizando a entrada do microfone de placa de som para medir o intervalo de tempo em experiências de mecânica. No presente trabalho é apresentada a proposta de dois experimentos distintos com o uso do computador: determinação da aceleração de queda dos corpos no ar e verificação da lei de conservação do momento linear, por meio da utilização de fotossensores ou fototransistores que são conectados à entrada de um

microfone ao computador utilizando programas de análise sonora encontrados na internet.

Nessa proposta, utilizando experimentos em mecânica os intervalos de tempo de passagem de objetos nos fotossensores podem ser medidos na tela do computador, permitindo assim estudar temas característicos da cinemática como aceleração e velocidade de objetos em queda, bem como a sua quantidade de movimento.

Para eles,

Um dos grandes impedimentos para a inserção de novas tecnologias em nossas escolas deve-se, dentre outros fatores, ao alto custo na compra de interfaces de aquisição didáticas. (CAVALCANTE et al, 2008)

Duarte (2012) propõe a utilização de recursos, como experimentos de baixo custo e simulações, de forma conjugada, abordando o tema dinâmica da rotação por meio de um kit experimental e um software de sua autoria. O objetivo do trabalho é criar uma ponte para que a passagem do real para o abstrato seja mais amena, proporcionando ao aluno uma melhor compreensão do fenômeno observado.

De acordo com Duarte (2012),

A construção de experimentos de baixo custo pode aproximar os estudantes dos temas que serão discutidos, eliminando a barreira, intransponível para muitas escolas, imposta pelos preços dos equipamentos didáticos para laboratórios disponíveis no mercado. (DUARTE, 2012)

O Instituto de Ciências Exatas e Naturais/Universidade Federal do Pará têm, funcionando sob a supervisão da Faculdade de Física, o Laboratório de Demonstrações (LABDEMON) fundado em 2004, e que atualmente é coordenado pelo professor Jorge Castiñeiras Rodrigues, onde alunos de escolas públicas e privadas, trazidos por seus professores, são atendidos por monitores e alunos da graduação do curso de Física, para apresentações experimentais envolvendo conceitos básicos de Física, divulgação científica e interação dos alunos com experimentos de baixo custo e de empresas

especializadas com o objetivo de promover a ciência na Amazônia e motivar os alunos no processo ensino-aprendizagem de Física. Distribuídos em seis módulos de apresentação (Mecânica dos Sólidos, Mecânica dos Fluidos, Ondulatória, Física Térmica, Óptica, e o módulo de Eletricidade, Magnetismo e Física Moderna), em três salas do Laboratório de Física-Ensino da UFPA. Este projeto já envolveu, desde o início, mais de 60 estudantes de graduação (licenciatura e bacharelado) e de pós-graduação.

Figura 2.1 - Grupo de professores, secretário, bolsistas e colaboradores do LABDEMON da UFPA, em foto tirada em 05/11/2015, após reunião semanal.



Fonte: labdemon.ufpa.br

A seguir, temos algumas imagens da visita de uma turma da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Deodoro de Mendonça (EEEFM), levada pelo autor desta dissertação ao LABDEMON.

Figura 2.2 - Alunos em visita ao LABDEMON



Fonte: Próprio autor

Figura 2.3 - Alunos em visita ao LABDEMON



Fonte: Próprio autor

Figura 2.4 - Alunos em visita ao LABDEMON

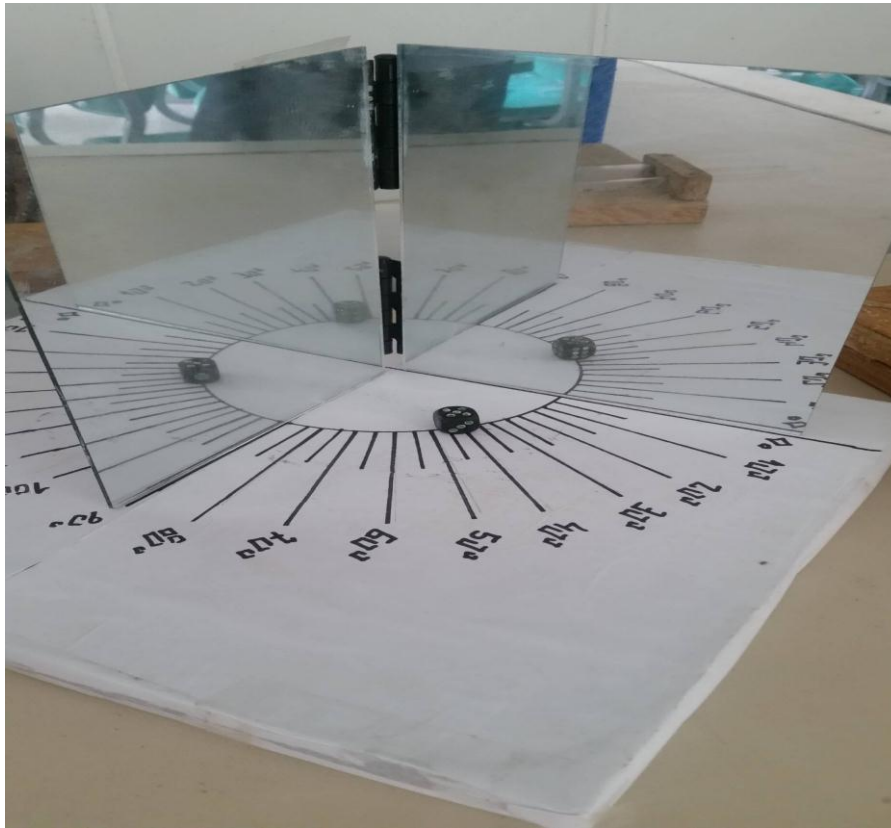


Fonte: Próprio autor

2.2 Vantagens das atividades experimentais verificadas numa escola

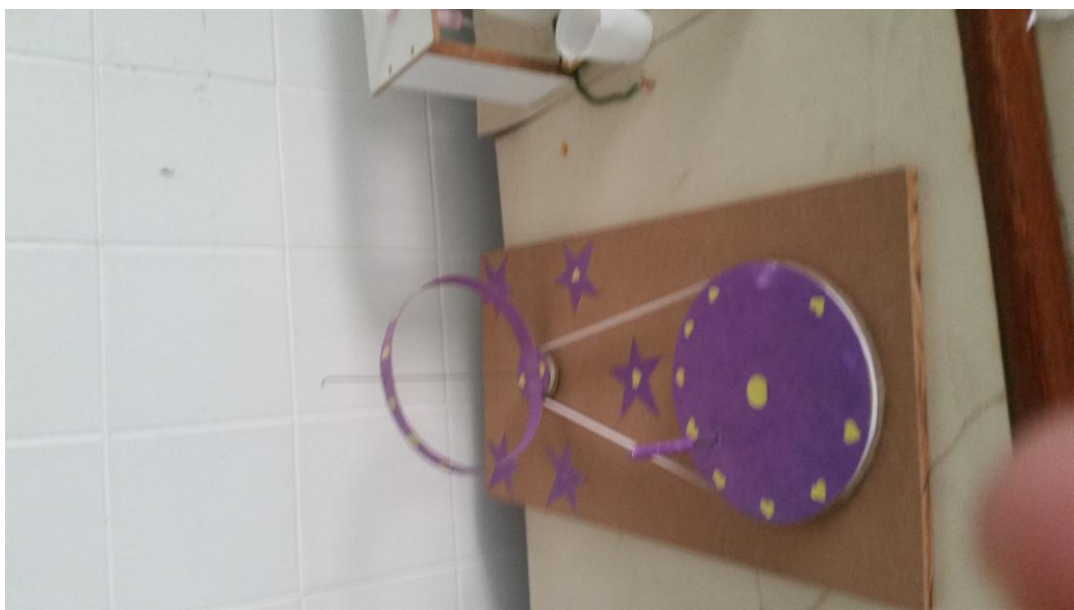
O método de utilizar experimentos nas aulas de Física na EEEFM Deodoro de Mendonça já existe há algum tempo, mais precisamente a partir do nosso ingresso na Escola supracitada/Serviço Público Estadual em 2009 período quando percebemos a necessidade de aparelhar o laboratório da escola com a ajuda dos alunos. Isso rendeu frutos, uma vez que o laboratório da escola possui, atualmente, muitos experimentos de baixo custo produzidos pelos alunos ao longo desse tempo, além de contribuir para a Feira de Ciência e Tecnologia que é realizada anualmente na escola e que tem por objetivo melhorar o aprendizado nas áreas de Física, Química e Biologia desses alunos. Desde então, a cada ano, o objetivo é melhorar as estratégias de ensino por meio do uso de experimentos com os alunos. Podemos dizer que discentes do Ensino Médio do 1º, 2º e 3º ano contribuíram com o laboratório da escola com suas ideias e experimentos, como mostram as fotos a seguir.

Figura 2.5 - Experimento produzido por alunos (associação de espelhos planos)



Fonte: Próprio autor

Figura 2.6 - Experimento produzido por alunos (Achatando a Terra nos Polos)



Fonte: Próprio autor

Figura 2.7 - Experimento produzido por alunos (Cama de pregos, Elevador hidráulico, Achatando a Terra nos polos, Associação de espelhos planos, etc.)



Fonte: Próprio autor

CAPÍTULO 3

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

3.1 A teoria da Interação Social de Vygotsky

Lev S. Vygotsky nasceu em Orsha, na Bielo-Rússia, no dia 17 de novembro de 1896, e morreu de tuberculose, em Moscou, Rússia, no dia 11 de junho de 1934, com apenas 37 anos, tendo se formado em Direito, História, Filosofia e cursado medicina no Instituto médico de Moscou (GASPAR, 2014).

Vygotsky formou-se nas Universidades de Moscou e A. L. Shanyavskii, respectivamente. Pelos dados biográficos descritos até agora, é considerado, de início, que o pano de fundo que influenciou decisivamente a sua formação e o seu trabalho foi a revolução russa de 1917 e o período de solidificação que se sucede. Vygotsky é considerado do ramo marxista e tenta desenvolver uma Psicologia com estas características.

Nascimento (2014), destaca que Vygotsky durante sua vida acadêmica, adquiriu uma excelente formação nas ciências humanas (línguas, literatura, filosofia e história). A poesia, o teatro, a língua, os problemas da história e da filosofia interessaram-no muito, antes do interesse pela Psicologia. O primeiro livro que mostrou tal tendência foi "Psicologia da Arte" (1925).

Sua Teoria da Interação Social sobre o desenvolvimento cognitivo afirma que a aprendizagem está associada à interação do ser com seu contexto social, histórico e cultural por meio da mediação por um parceiro mais capaz, o professor (MOREIRA, 2015).

Para Vygotsky é mais importante o que a criança está aprendendo e não o que ela já aprendeu. Para entender Vygotsky é necessário se inteirar de

4 pensamentos chaves: interação, mediação, internalização e ZDP (Zona de Desenvolvimento Proximal).

Interação: Segundo Vygotsky, o indivíduo aprende quando interage com o meio e com as pessoas. Sendo assim, a criança desenvolve suas ideias e aprende quando interage com o outro. Esta interação é feita por meio da linguagem, de símbolos e signos.

[. . .] As crianças, geralmente, não crescem isoladas, interagem com os pais, com outros adultos da família, com outras crianças e assim por diante. Adolescentes, adultos, moços e velhos, geralmente não vivem isolados, estão permanentemente interagindo socialmente, em casa, na rua, na escola etc. Para Vygotsky, esta interação é fundamental para o desenvolvimento cognitivo e linguístico de qualquer indivíduo (MOREIRA, 2015, pg. 110).

Mediação: A relação do homem com o mundo é uma relação mediada, algo interposto entre duas coisas. Essa mediação pode ser feita por meio de instrumentos, já que nos relacionamos através de instrumentos ou signos que são formas posteriores ou simbólicas de interagir.

[. . .] Segundo Vygotsky, a construção de uma nova estrutura mental se inicia quando ela é exigida. E o ensino formal é uma dessas ocasiões, certamente a mais relevante em relação aos conceitos científicos. A gênese dessa construção se inicia pela imitação – o aluno imita seu parceiro mais capacitado, quase sempre o professor, e procura fazer como ele faz, até apropriar-se da estrutura cognitiva do professor. No ser humano a imitação é um processo cognitivo... É a forma pela qual uma pessoa se apodera do saber de outra. A aprendizagem é essencialmente um processo de imitação, pois, como afirma Vygotsky, o ser humano só imita o que quer e pode compreender (GASPAR, 2014, pg. 21).

Internalização: Representação mental do ser humano dos símbolos, mesa, cadeira, ou seja, das representações do mundo em cada pessoa.

[. . .] instrumentos e signos são construções sócio-históricas e culturais; por meio da apropriação (internalização) destas construções, via interação social, o sujeito se desenvolve cognitivamente. Quanto mais o indivíduo vai utilizando signos, tanto mais vão se modificando, fundamentalmente, as operações psicológicas das quais ele é capaz (MOREIRA, 2015, pg. 109).

ZPD (Zona de Desenvolvimento Proximal): É o espaço que existe entre o que a criança já possui e o que a criança pode aprender desde que aprenda com alguém mais capaz (professor), que seria um mediador entre a criança e o mundo.

Vygotsky mostrou, por meio de experiências com crianças de mesmo nível de desenvolvimento mental, sob a orientação de um professor, teriam

diferentes capacidades de aprender, chegando a concluir que elas tinham idades mentais distintas e como consequência, o rumo de seus aprendizados seriam distintos. Então, Vygotsky estabeleceu o conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP) ou desenvolvimento potencial, como sendo

[. . .] a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (VIGOTSKY, 2007, p. 97).

Após sua morte, suas ideias foram repudiadas pelo governo soviético e suas obras foram proibidas na União Soviética, entre 1936 e 1958, durante a censura do regime stalinista. Em consequência, seu livro “Pensamento e Linguagem” foi lançado no Brasil somente em 1962 e “A Formação Social da Mente” foi lançado em 1984.

3.2 Alguns trabalhos recentes na área de Ensino de Física que utilizaram a teoria de Vygotsky

Inúmeros trabalhos atuais na área de Ensino de Física utilizam e aplicam a teoria de Vygotsky como referencial teórico. Entre eles citaremos alguns.

De acordo com Moreira (2015) em sua dissertação ‘Experimentos de baixo custo no ensino de Mecânica para o ensino médio’:

A aplicação de experimentos de baixo custo no ensino de Física impulsionaria a transição entre os conceitos espontâneos e os conceitos científicos abordado por Vygotsky, pois possuem objetos pertencentes ao dia-a-dia dos alunos, promoveria uma experiência pessoal do discente com o fenômeno observado, tornando a atividade significativa, ou seja, atingiria um novo desenvolvimento real no aluno. Moreira (2015)

Para Lopes (2015) em sua dissertação ‘O uso de MC numa abordagem sociointeracionista no Ensino de Física’:

[. . .] o principal elemento mediador entre indivíduo e realidade é a linguagem, e o grande articulador do processo de ensino e

aprendizagem é o professor que através da mediação mobiliza meios e situações de aprendizagem que possibilitem ao estudante colocar em ação o conhecimento que traz da sua vivência na direção de conhecimentos novos ou mais elaborados.

Marengão (2011) em sua dissertação 'O Ensino de Física no Ensino Médio: descrevendo um Experimento Didático na perspectiva historicocultural':

A teoria de Vygotsky tem sido de grande valia para todos aqueles que buscam alternativas para melhor ensinar. No caso específico do ensino da física, ela pode ser vista como uma teoria que possibilita a aprendizagem sem recorrer a recursos tecnológicos, métodos de descoberta ou sofisticadas técnicas de ensino.

Para Silva (2014) em sua dissertação 'Objetos de aprendizagem: limitações funcionais no Ensino Médio e aplicabilidade no Ensino de Física sob uma perspectiva vigotskiana':

A necessidade de uma colaboração próxima entre um parceiro mais capaz, que geralmente é o professor na sala de aula, bem como o reconhecimento de que os conceitos são historicamente e socialmente desenvolvidos como função direta das interações sociais, serão pontos fundamentais que buscaremos identificar na nossa análise sobre o uso de AO no ensino.

Em nosso trabalho sobre experimentos de Física, na construção de conceitos de mecânica pelos alunos, com orientação do professor, a teoria de Vygotsky é aplicada, sobretudo no sentido da interação que ocorre entre os alunos, trabalho em equipe, experimentação, colaboração com o parceiro mais capaz por meio da mediação do professor.

Entendemos que a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo dos alunos se dá pela interação com os colegas, na construção dos experimentos, onde os alunos participam ativamente da aula e deixam de ser meros receptores de informações sem confirmar na prática aquilo que o professor explica sobre fenômenos da natureza que muitas vezes fazem parte do seu cotidiano. Sendo assim, durante a aula os discentes podem internalizar essas relações entre teoria e prática construindo novos conceitos e alcançando um desenvolvimento real do seu aprendizado.

CAPÍTULO 4

METODOLOGIA

Neste item, apresentaremos o percurso metodológico onde iremos enumerar todas as etapas que foram seguidas no procedimento do produto aplicado na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Deodoro de Mendonça, no segundo semestre de 2017, e que conduziram a nossa pesquisa sobre o uso de experimentos produzidos pelos estudantes.

4.1 Produção de uma Sequência Didática pelo Professor

Elaboramos uma Sequência Didática com 5 (cinco) ou mais experimentos. Esta Sequência Didática aborda os seguintes conteúdos de Mecânica:

- i. Lei da Inércia;
- ii. 3ª Lei de Newton;
- iii. Equilíbrio de um corpo extenso;
- iv. Plano inclinado;
- v. Força de atrito; e
- vi. Lei do empuxo.

Para estes conteúdos, construímos os seguintes experimentos:

- i. Plano inclinado de Galileu;
- ii. João-bobo;
- iii. Carrinho movido a ar;
- iv. Estudo do atrito no plano inclinado; e
- v. Medindo o empuxo.

Cada etapa do procedimento, desde a elaboração dos experimentos, divisão das equipes, montagem dos experimentos, aula expositiva sobre o conteúdo do experimento produzido durante a apresentação do experimento, até a elaboração dos relatórios, demora em torno de uma aula de 45 minutos totalizando, aproximadamente, 4 aulas de atividades (180 minutos).

4.2 Etapas da Sequência Didática

4.2.1 Sorteio, pesquisa e montagem dos experimentos

Primeiramente é fornecida ao aluno a tarefa de pesquisar um experimento em um dos canais disponíveis (site, livros, etc.) um determinado experimento que lhe foi sorteado previamente e que será tema da aula seguinte. Este experimento será montado em equipe pelos alunos, que serão divididos em grupos pelo professor, em comum acordo com os discentes. Esta construção do experimento contará com a participação do docente, como mediador, somente para sanar as dúvidas durante essa montagem, caso apareçam.

4.2.2 Aula prática, com a interação dos alunos e a participação do professor, como um parceiro mais capaz

Os alunos também pesquisarão a teoria, referente ao experimento montado, e tentarão explicar um determinado fenômeno, fornecido pelo professor, por meio da demonstração experimental, usando os conhecimentos adquiridos com a pesquisa e produção do experimento. Assim, a aula se tornará mais proveitosa, com a participação/interação dos alunos, e mediação do professor, que é o parceiro mais capaz, e que irá auxiliar os alunos na explicação do conteúdo durante a aula.

4.2.3 Confeção de relatórios pelos alunos

Ao final, o professor pede aos alunos que descrevam, por meio de relatórios, a experiência de montar os experimentos com a interação dos colegas, e vivenciar a prática em sala de aula, mudando dessa forma a aula tradicional, que a maioria da turma considera tediosa.

Esses relatórios serão analisados pelo professor, para que ele possa concluir sobre a validade deste método de ensino e elaborar, com base nestes resultados, soluções que venham aprimorar o processo ensino-aprendizagem no 1º ano do Ensino Médio para o conteúdo de Mecânica.

CAPÍTULO 5

CONTEÚDOS DE FÍSICA TRABALHADOS

5.1 Leis de Newton

O problema geral da Mecânica é:

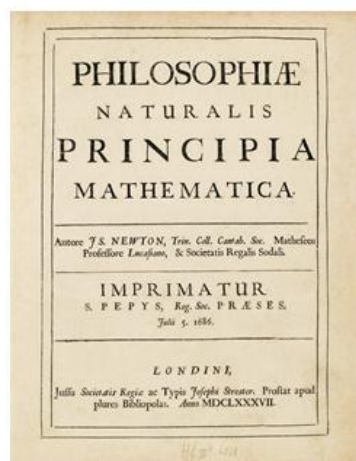
- a) conhecendo as características da partícula (corpo) em movimento;
- b) conhecendo a localização e as propriedades dos corpos próximos (vizinhança);
- c) como a partícula se moverá?

Isaac Newton resolveu esse problema quando estabeleceu as Leis do Movimento e a Lei da Gravitação Universal. (Figura.5.1)

Figura 5.1- Isaac Newton e o livro Principia



Isaac Newton (1642-1727)



Principia

Fonte: Física – Nicolau, Torres e Penteadó

Uma compreensão clara do movimento dos corpos começa com a análise conceitual das leis de Newton e suas implicações. A mecânica de Newton tem suas origens nas observações de Galileu sobre o movimento dos corpos.

1ª Lei de Newton - Inércia

Todos os corpos tendem a manter seus estados de repouso ou de movimento retilíneo uniforme. Enquanto a massa representa a quantidade de matéria que compõe um corpo, sua inércia representa a resistência que ele

oferece para modificar seu estado de movimento (ou de repouso), quando uma força é exercida sobre ele. Ou, de outra forma, um corpo não pode alterar o seu estado de repouso (Figura 5.2) ou de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) sem que alguma força externa seja aplicada sobre ele.

Figura 5.2- Lei da inércia



Fonte: Física – Nicolau, Torres e Penteado

2ª Lei de Newton – A Lei do Movimento

Na literatura, a segunda lei de Newton aparece como uma expressão matemática relacionando a força, a massa e a aceleração da seguinte forma:

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (5.1)$$

Esta expressão, aparentemente simples, representa o que nós chamamos de lei do movimento de partículas e corpos, e pode ser interpretada de três maneiras:

- 1) A aceleração adquirida por um corpo durante o tempo em que atua uma força é tão maior quanto maior for a intensidade desta força.
- 2) Dada uma força constante \vec{F} , a aceleração adquirida por um corpo sujeito a esta força é inversamente proporcional à massa do corpo.
- 3) A velocidade que uma força pode produzir num dado corpo, em um certo tempo, é diretamente proporcional ao tempo e à força, e inversamente proporcional à massa.

O símbolo \vec{F} na equação do movimento (5.1) representa a soma vetorial de todas as forças externas que efetivamente agem sobre o corpo.

O tempo não está explicitamente definido na equação; ele decorre da definição de aceleração, que é a taxa com que a velocidade de um corpo varia:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad (5.2)$$

As mudanças de movimento a que se referem a 1ª e a 2ª leis de Newton são mudanças de velocidade (ou do repouso para o movimento com dada velocidade), ou seja, são acelerações - taxas de mudança de velocidade com o tempo.

3ª Lei de Newton - Ação e Reação

Uma força exercida por um corpo agindo sobre um corpo é sempre resultado de uma interação entre os dois corpos, assim as forças sempre ocorrem aos pares.

Quando você acompanha a sua mãe à feira do seu bairro e carrega a sacola com frutas, seus dedos ficam marcados? Claro que ficam, verifique.

Você daria um violento soco na parede? Também não, você iria se machucar.

Por que seus dedos ficam marcados se é você quem levanta a sacola? Por que a sua mão ficaria machucada se é você quem desfere o soco? A resposta é que quando dois corpos interagem (sacola-dedos ou mão parede), eles trocam forças. A sua mão puxa a sacola para cima; a sacola puxa a sua mão para baixo. A sua mão soca a parede; a parede “soca” a sua mão. De uma maneira mais geral dizemos que:

“A toda força de ação corresponde uma força de reação de mesma intensidade e de sentido oposto”.

Quando se analisa a interação entre corpos de uma maneira criteriosa e científica, conclui-se que as forças trocadas nessas interações apresentam sempre as seguintes características:

1. mesma direção;
2. mesma intensidade;
3. têm sentidos opostos;

O princípio da ação e reação ou 3ª lei de Newton é enunciado da seguinte maneira:

Se um corpo **A** aplica uma força em um corpo **B**, o corpo **B** reage e aplica no corpo **A** uma força de mesma direção, mesma intensidade e sentido contrário.

A experiência mostra que quando dois corpos interagem, as duas forças decorrentes da interação possuem sempre a mesma intensidade e a mesma direção, mas sentidos opostos. (Figura 5.3)

Figura 5.3- Ação e reação



Fonte: Física – Nicolau, Torres e Penteado

Uma observação importante a respeito da ação e reação é que essas forças jamais se anulam, pois são aplicadas em corpos diferentes.

Em termos matemáticos, pode-se representar a terceira lei de Newton pela igualdade:

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA} \quad (5.3)$$

Ou seja, quando um corpo A exerce uma força sobre um corpo B (uma ação), o corpo B exerce uma força sobre A (reação). Essas duas forças têm o mesmo valor em módulo e a mesma direção, mas possuem sentidos contrários (HALLIDAY; KRANE; RESNICK, 2003, p. 57).

Dois importantes fatores acerca da terceira lei de Newton devem ser lembrados sempre:

1) As forças de ação e reação atuam em (dois) corpos diferentes.

2) A lei vale para corpos que permaneçam em repouso ou se movam, seja em movimento retilíneo uniforme ou não.

5.2 Estática

Equilíbrio do corpo extenso

Chamamos de corpo extenso a todo corpo cujas dimensões não podem ser desprezadas em relação a um certo referencial. Para um corpo extenso em equilíbrio, o sistema de forças deve ser tal que (HALLIDAY; KRANE; RESNICK, 2003, p. 210):

a) a resultante do sistema de forças externas seja nula (equilíbrio de translação).

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0 \quad (5.4)$$

b) a soma algébrica dos torques externos em relação a qualquer eixo seja nula (equilíbrio de rotação).

$$\sum_{i=1}^n \vec{\tau}_i^{ext} = 0 \quad (5.5)$$

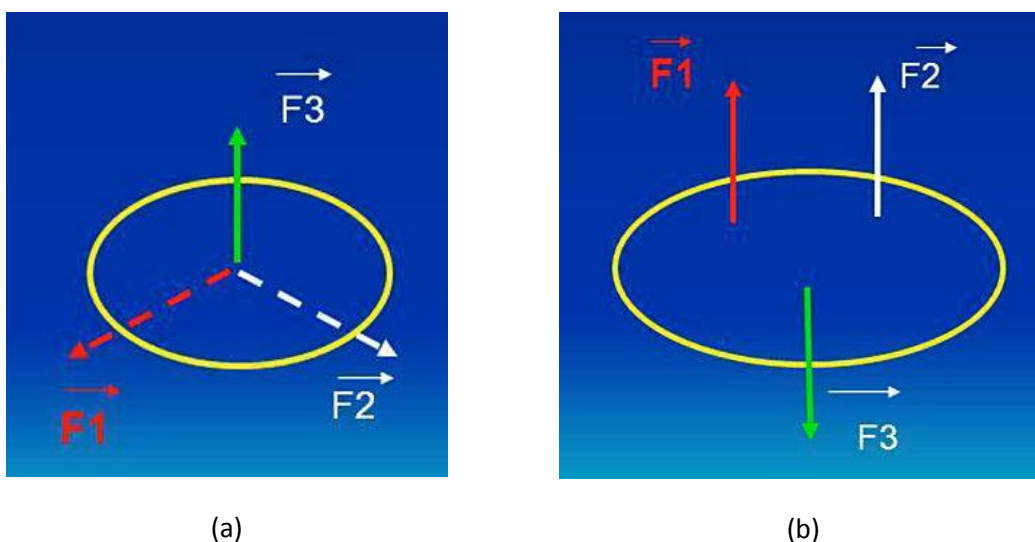
Baricentro ou Centro de Gravidade (CG)

É o ponto de aplicação da força gravitacional resultante, equivalente ao peso do corpo.

Teorema das três forças

Se um corpo estiver em equilíbrio sob ação exclusiva de três forças, estas deverão ser coplanares e suas linhas de ação serão, necessariamente, concorrentes num único ponto, ou paralelas. (Figura 5.4)

Figura 5.4 – Esquema de três forças: a) Concorrentes em um único ponto; b) Paralelas

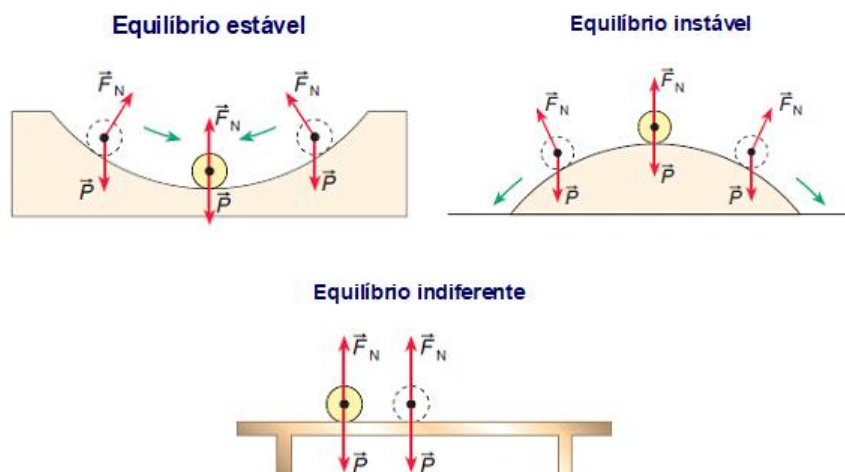


Fonte: <http://slideplayer.com.br/slide/299881/> (Acesso em 02/10/2018)

Tipos de equilíbrios de um corpo

Qualquer corpo suspenso ficará em equilíbrio quando o ponto de suspensão e o ponto que corresponde ao seu centro de gravidade estiverem na mesma vertical. O equilíbrio pode ser estável, instável ou indiferente. (Figura 5.5)

Figura 5.5 - Tipos de equilíbrio



Fonte: Os Fundamentos da Física – Nicolau, Ramalho e Toledo

O João-bobo é um bom exemplo para o estudo de situações de equilíbrio dos corpos. (Figura 5.6)

Figura 5.6 – João-bobo



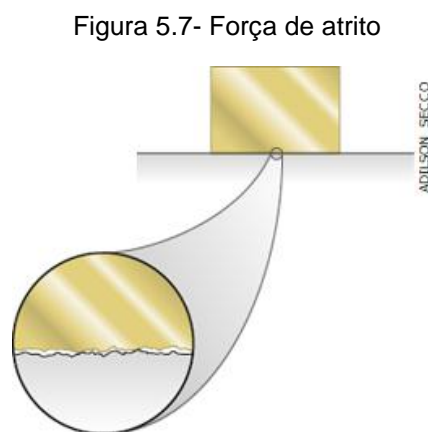
Fonte: Caderno colégio Physics

A explicação física para o João-bobo estar sempre em pé é o baixo centro de gravidade, perto da base arredondada do brinquedo. Assim o formato arredondado e a distribuição de massa fazem o brinquedo manter-se em pé, mesmo se inclinando.

5.3 A força de atrito

A força de atrito é a componente tangencial da força de contato entre dois corpos em estado de compressão.

A força de atrito aparece na interação de dois corpos rugosos sempre que houver escorregamento ou tendência de escorregamento entre eles (Figura 5.7).



Fonte: Física – Nicolau, Torres e Penteado

A força de atrito entre um corpo e o apoio se deve ao estado de rugosidade das superfícies em contato e ao estado de compressão entre elas. As rugosidades das superfícies se “encaixam”, promovendo uma oposição ao escorregamento entre o corpo e o apoio.

A direção da força de atrito é tangente à superfície de contato. O sentido da força de atrito é o oposto à tendência de escorregamento do corpo. Para investigar a intensidade da força de atrito, analisaremos dois casos: atrito estático e atrito cinético.

Força de atrito estático

É contrária à tendência de movimento das superfícies em contato. Sua intensidade varia de $0 < f_{atE} \leq \mu_e N$ (iminência de escorregamento), em que μ_e é o coeficiente de atrito estático.

$$f_{atE(máx.)} = \mu_e N \quad (5.6)$$

Força de atrito dinâmico ou cinético

É contrária ao movimento relativo das superfícies em contato e sua intensidade também é proporcional à intensidade da força normal:

$$f_{atd} = \mu_d N \quad (5.7)$$

sendo μ_d o coeficiente de atrito dinâmico. Verifica-se, experimentalmente, que $\mu_d < \mu_e$. (Figura 5.8).

Figura 5.8- Gráfico da força de atrito



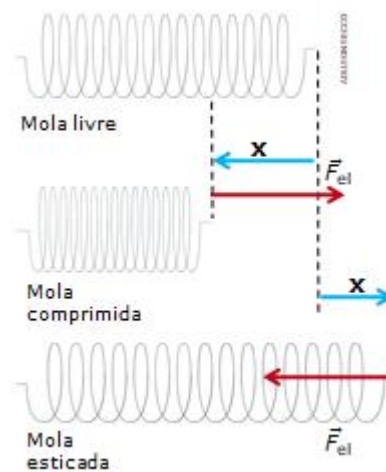
Fonte: Os Fundamentos da Física – Nicolau, Ramalho e Toledo

5.4 Força Elástica – Lei de Hooke

A força elástica é uma força restauradora que é exercida por um corpo alongado, ou seja, por um corpo que foi comprimido ou esticado. A direção da força elástica coincide com a direção da alongação e o sentido é o oposto ao da alongação do corpo (Figura 5.9).

O fato de que modificação de comprimento (aumento ou contração) é proporcional à força aplicada foi descoberto em 1650 por Robert Hooke.

Figura 5.9 – Lei de Hooke



Fonte: Física – Nicolau, Torres e Penteadó

$$\vec{F} = k \vec{r} \quad (5.8)$$

No caso unidimensional, a força elástica pode ser escrita como:

$$F = -k x \quad (5.9)$$

Onde:

F = força elástica (N)

k = constante elástica da mola (N/m)

x = deformação da mola (m)

E o sinal de menos indica que a força elástica atua em sentido contrário a alongação.

5.5 Hidrostática

Equilíbrio dos fluidos

Podemos geralmente agrupar os gases e os líquidos sob a designação comum de fluidos. A palavra “fluido” é derivada de uma palavra latina que significa “fluir”. Os fluidos escoam, por exemplo para tomar a forma do

recipiente que os contém; os sólidos não apresentam essa propriedade. Num sólido, os átomos permanecem relativamente fixos em suas posições; num fluido, os átomos podem se mover uns em relação aos outros.

Fluido – uma nomenclatura que inclui líquidos e gases – desempenham um papel central na nossa vida diária. O estudo do comportamento estático de um fluido chama-se hidrostática.

Quando discutimos corpos rígidos, as quantidades físicas úteis, em termos das quais expressamos as leis de Newton são massa e força.

Com fluidos, estamos mais interessados em propriedades que variam ponto a ponto na extensão da substância, do que em propriedades de amostras focalizadas, daquela substância. É mais útil, aqui, falar em densidade e pressão que em massa e força.

Pressão

Não podemos considerar a pressão constante em todos os pontos de um fluido, pois é fato conhecido que a pressão atmosférica diminui com a altitude e que, num lago ou mar, aumenta com a profundidade.

Generaliza-se o conceito de pressão e se a define num ponto qualquer como a relação entre a intensidade da força normal dF , exercida sobre uma área elementar dA , incluindo o ponto, e esta área:

$$p = \frac{dF}{dA} \quad (5.10)$$

Se a pressão for a mesma em todos os pontos de uma superfície plana finita de área A , teremos:

$$p = \frac{F}{A} \quad (5.11)$$

Pressão é uma grandeza escalar, pois a expressão (5.11) envolve apenas o módulo da força, uma quantidade escalar. (p em $\text{N/m}^2 = \text{pascal (Pa)}$); ($1 \text{ atm} = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$)

Densidade

A densidade (ρ) de um pequeno elemento de qualquer material é o quociente da massa Δm do elemento pelo seu volume ΔV :

$$\rho = \frac{\Delta m}{\Delta V} \quad (5.12)$$

A densidade num ponto é igual ao limite desta razão quando o elemento de volume tende a zero. Ela não possui propriedades direcionais sendo, portanto, um escalar.

Se a densidade de um objeto possui o mesmo valor em todos os pontos, ela é igual à massa de todo o objeto dividida pelo seu volume:

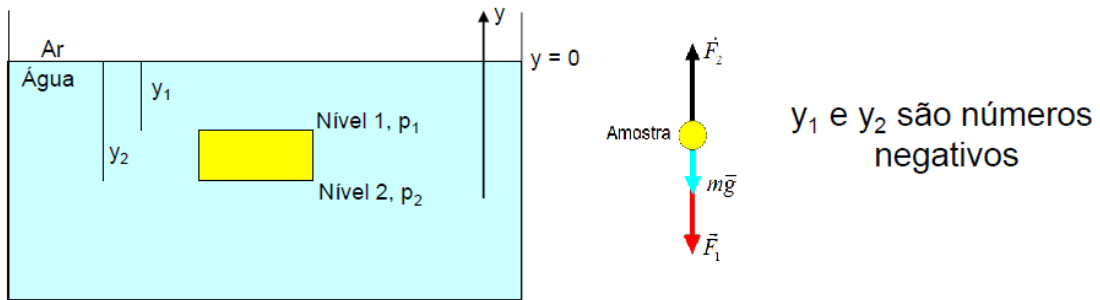
$$\rho = \frac{m}{V} \quad (5.13)$$

Lei de Stevin

A figura 5.10 mostra um tanque com água - ou outro líquido – aberto à atmosfera, onde destacamos uma dada amostra (em amarelo). Como já dissemos, a pressão aumenta com a profundidade abaixo da interface ar-água. As pressões encontradas por um mergulhador e por um alpinista (ar rarefeito → pouco ar = sem movimento do ar) são usualmente chamadas de pressões hidrostáticas, porque são devidas a fluidos estáticos (em repouso).

Estudaremos a princípio o aumento de pressão com a profundidade abaixo da superfície da água. Na figura 5.10 a amostra de água encontra-se em repouso (HALLIDAY; KRANE; RESNICK, 2003, p. 40).

Figura 5.10 – Fluido em equilíbrio, amostra em destaque



Fonte: Próprio autor

Diagrama do corpo livre para a água a amostra do fluido:

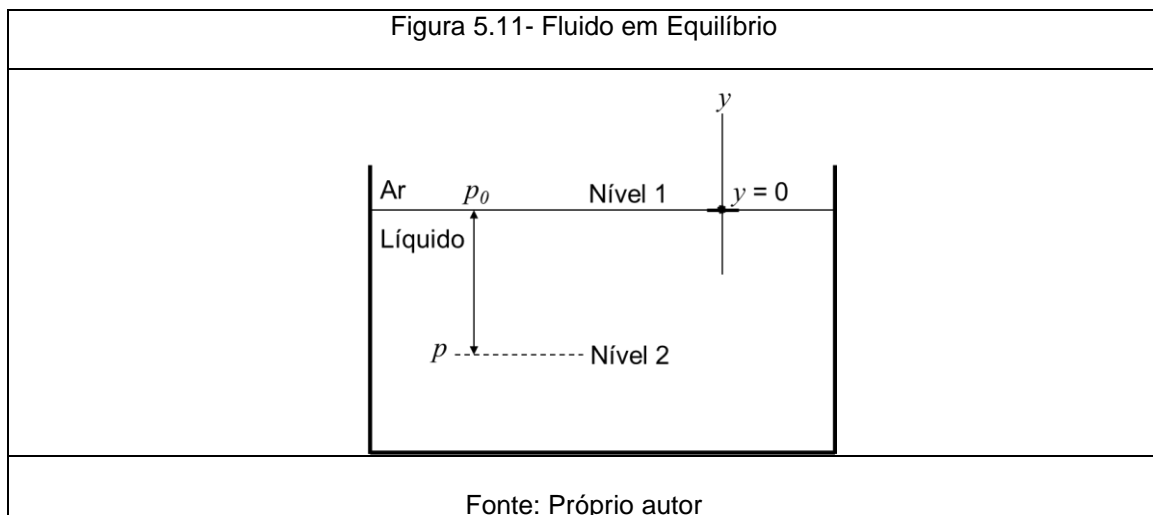
$$F_1 = p_1 A \text{ e } F_2 = p_2 A$$

$$p_2 A = p_1 A + mg; \quad m = \mu V; \quad V = A(y_1 - y_2)$$

$$p_2 A = p_1 A + \mu g A(y_1 - y_2);$$

$$p_2 = p_1 + \mu g(y_1 - y_2)$$

Considerando a figura 5.11:



As condições iniciais ficam:

$$y_1 = 0, \quad p_1 = p_0$$

$$y_2 = -h, \quad p_2 = p$$

E portanto, obtemos a Lei de Stevin:

$$p = p_0 + \mu gh \quad (5.14)$$

onde

μ - é a densidade do fluido

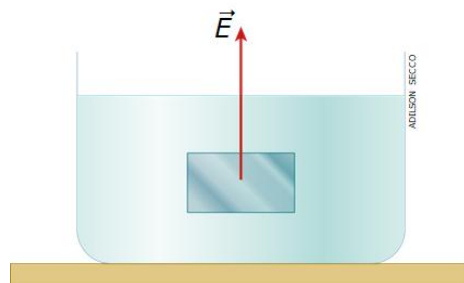
g - é a aceleração local da gravidade

h - é a profundidade do fluido

Princípio de Arquimedes

Quando estamos brincando dentro de uma piscina, temos a incrível sensação de que o objeto ou corpo que está mergulhado na água está mais leve. Por que tal fato ocorre? Tal fato ocorre devido à ação de uma força vertical dirigida para cima. Essa força é denominada de **empuxo**. (Figura 5.12) (HALLIDAY; KRANE; RESNICK, 2003, p. 45)

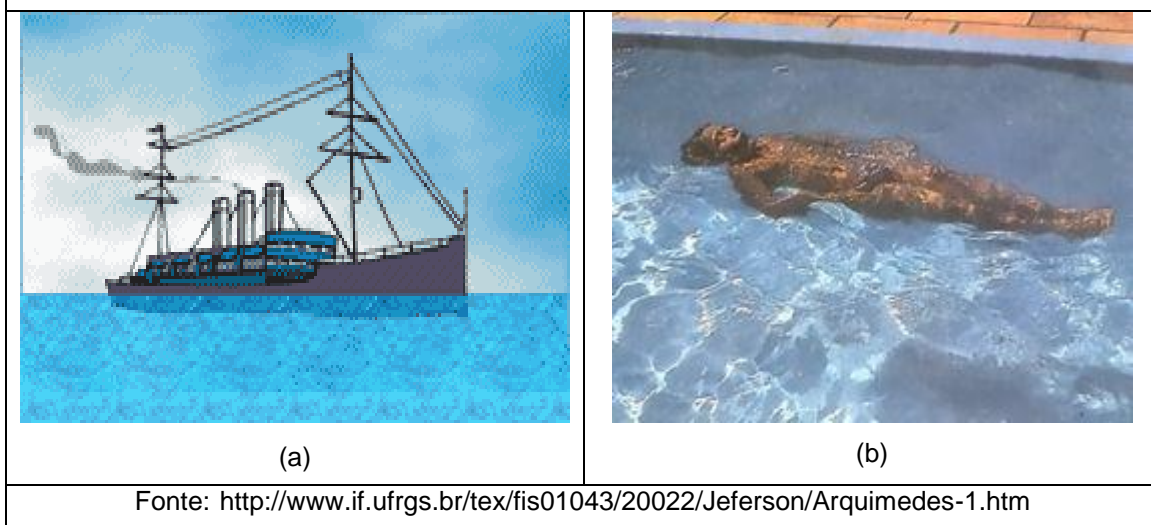
Figura 5.12- Princípio de Arquimedes



Fonte: Fonte: Física – Nicolau, Torres e Penteadó

É o empuxo que permite que um navio (Figura 5.13(a)) ou uma pessoa (Figura 5.13(b)). possam flutuar. Nestes casos, o empuxo e o peso têm o mesmo módulo ($E = P$).

Figura 5.13 – Empuxo



O primeiro a conseguir calcular a intensidade do empuxo foi Arquimedes (298 a.C. - 212 a.C.), o maior matemático e físico da antiguidade. Ele estabeleceu um princípio que pode ser enunciado do seguinte modo:

Um corpo total ou parcialmente imerso em um fluido, recebe do fluido uma força vertical, dirigida para cima, cuja intensidade é igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo.

Matematicamente

$$E = m_{LD}g; \quad m_{LD} = \mu_L V_{LD}$$

$$V_{LD} = V_{sub}$$

$$E = \mu_L g V_{sub}$$

onde

μ_L - é a densidade do líquido deslocado

g - é a aceleração local da gravidade

V_{sub} - volume submerso do corpo

CAPÍTULO 6

O PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional consta de uma Sequência Didática com 5 experimentos de Mecânica, relativos ao conteúdo do 1º ano do Ensino Médio, que foram escolhidos pelo professor visando tornar as aulas de Física mais dinâmicas e motivadoras para os estudantes. O conteúdo/experimento, respectivamente, escolhido para essa pesquisa foi, como transcritos anteriormente:

- i. Lei da Inércia (Plano inclinado de Galileu);
- ii. 3ª Lei de Newton (Carrinho movido a ar);
- iii. Equilíbrio de um corpo extenso (João-bobo);
- iv. Força de Atrito e Força Elástica no plano inclinado (Estudo do atrito no plano inclinado); e
- v. Lei do empuxo (Medindo o Empuxo).

A escolha destes experimentos fica a critério de cada professor, uma vez que existem inúmeros experimentos sobre Mecânica nos livros e sites de Ensino de Ciências.

6.1 Descrição do produto

Inicialmente é dada ao aluno a tarefa de pesquisar em uma das fontes disponíveis indicadas pelo professor (*sites* de pesquisas, livros de experimentos, etc.) um determinado experimento sorteado previamente e que será tema da próxima aula, com o objetivo de que o aluno adquira algum conhecimento inicial sobre o assunto a ser abordado pelo professor.

Este experimento será montado/construído em equipe pelos alunos que serão divididos em grupos com a participação do professor, como mediador, ou parceiro mais capaz, para sanar as dúvidas durante essa montagem.

Após a aula, o professor solicitará aos alunos a construção de um relatório onde os mesmos deverão descrever a experiência de trabalhar com experimentos ao invés da aula tradicional e analisa, utilizando este relatório como uma das fontes, se houve algum aprendizado com este método utilizado.

6.2 Experimentos Demonstrativos: materiais e métodos

Nesta seção, são mostrados os experimentos utilizados na pesquisa, os materiais utilizados, assim como as instruções de montagem desses experimentos.

a. 1º Experimento:

Lei da Inércia: Plano inclinado de Galileu

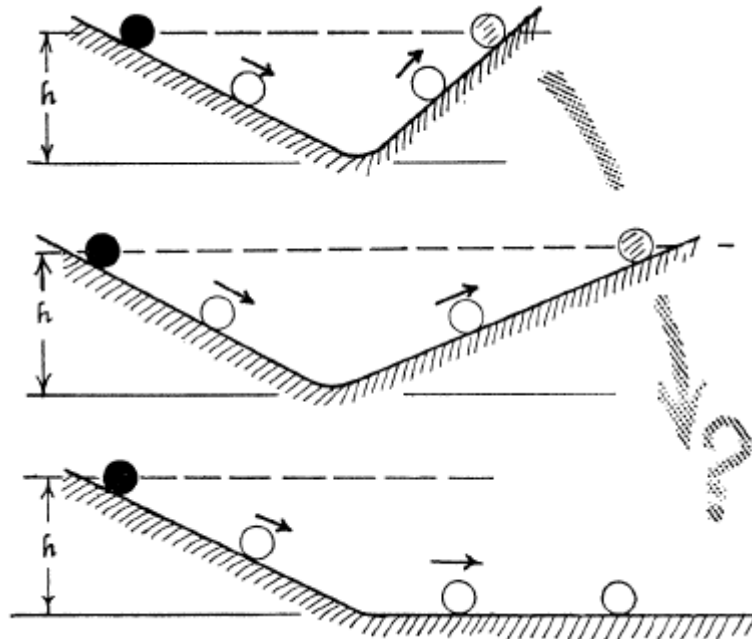
Para construir os planos inclinados foram usados os seguintes materiais de baixo custo:

- Isopor;
- Cola de isopor;
- Cola quente;
- Estilete;
- Fita adesiva;
- Esfera de borracha;
- Régua;
- Papel.

Procedimento Experimental:

Recorta-se as tiras de isopor em 3 (três) tamanhos diferentes obedecendo as medidas de um triângulo retângulo para fazer cada plano inclinado. Varia-se o ângulo de inclinação usando uma régua transferidora e cola-se as partes com a cola de isopor, fita adesiva e a cola quente. Para a demonstração da lei da inércia pode-se produzir 3 (três) planos inclinados com inclinações variáveis. Observe um desses planos na Figura 6.1.

Figura 6.1- Plano inclinado de Galileu



Fonte: <http://balisticaexterna.org/mru1.html>

b. 2º Experimento:

O João-bobo

Para construir o boneco João-bobo foram usados os seguintes materiais de baixo custo:

- Esfera ou semiesfera de isopor, de preferência oca;
- Chumbinhos de pesca;
- Diversos: tinta, cola, cartolina, etc.

Procedimento Experimental:

Na esfera ou semiesfera de isopor encaixe, junto à superfície (ou na parte mais baixa, no caso da semiesfera), um ou mais chumbinhos de pesca. Como é importante preservar a esfericidade da base, encaixe os chumbinhos por dentro (por este motivo a preferência pela esfera ou semiesfera oca). Essa região será a base do João-bobo. Decore-o, então, a seu critério, para que fique o mais bonito possível e os alunos façam o experimento bastante felizes. (Figura 6.2).

Figura 6.2- João - bobo



Fonte: Próprio autor

A vantagem da esfera é não precisar de outro complemento além da pintura para montar o João-bobo; a desvantagem é a limitação imposta pela forma esférica. Quanto à semiesfera, ela permite o equilíbrio de uma figura mais alta, o que costuma causar um impacto maior.

a. 3^o Experimento:

Carrinho movido a ar (3^a Lei de Newton)

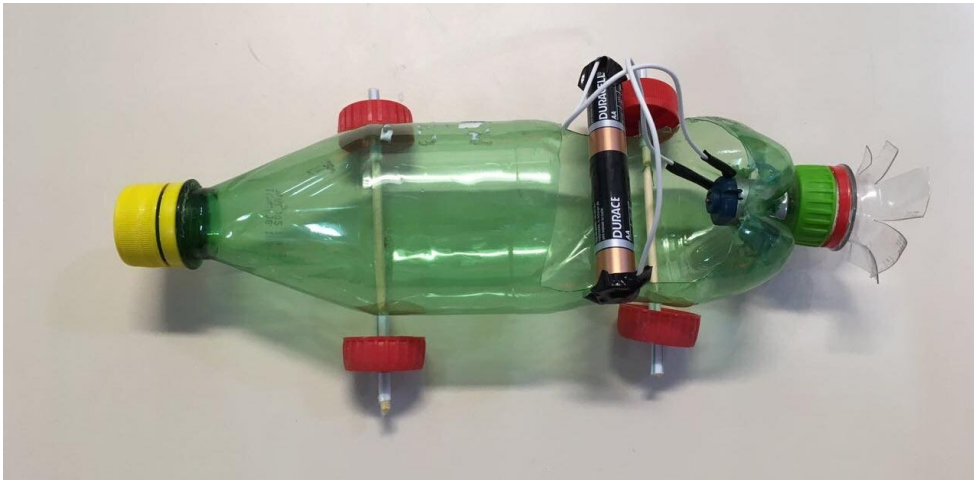
Para se construir o carrinho movido a ar usa-se os seguintes materiais de baixo custo:

- Um ventilador pequeno movido a pilha;
- Um carrinho de brinquedo em que se possa fixar o ventilador;
- Peça de arame ou fio de cobre rígido.

Procedimento Experimental:

Basta fixar o ventilador com o arame na parte traseira do carrinho; as pás devem ficar voltadas para trás (Figura 6.3).

Figura 6.3- Carrinho movido a ar



Fonte: Site Nova escola

d. 4º Experimento:

Estudo do atrito no plano inclinado

Para construir o plano inclinado com atrito foram utilizados os seguintes materiais:

- Um carrinho em miniatura de peso conhecido, que se movimenta livremente e com pouco atrito;
- Uma tábua pequena e plana;
- Um transferidor;
- Uma mola de constante elástica “k” conhecida;
- Um prego fino pequeno.

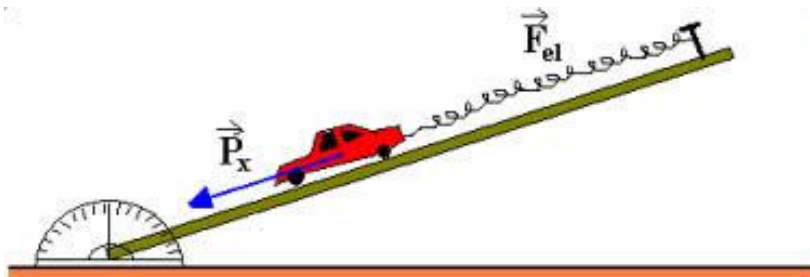
Procedimento Experimental:

Prenda o carrinho à mola e esta ao prego fixado à extremidade superior da tábua. Em seguida, incline-a.

Perceba que, à medida que o ângulo de inclinação aumenta, o alongamento x da mola também aumenta, mostrando que o módulo da força

exercida sobre a mola - componente tangencial do peso (P_x) - aumenta. (Figura 6.4).

Figura 6.4- Atrito no plano inclinado



Fonte: Brasil escola

e. 5º Experimento:

Medindo o empuxo

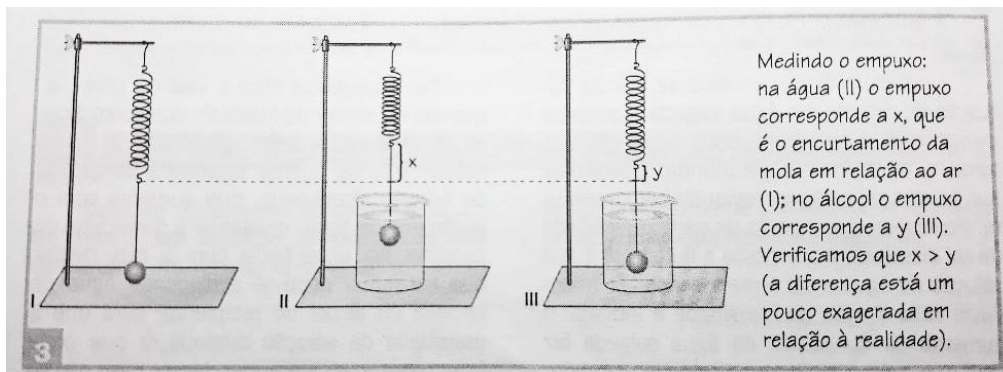
Para se construir este experimento sobre o empuxo, usa-se os seguintes materiais de baixo custo:

- Mola ou elástico;
- Corpos maciços (que afundam na água, como chumbos de pesca, bolinhas de vidro ou moedas);
- Régua milimetrada;
- Materiais diversos: suporte com base, recipiente, água, álcool, etc.

Procedimento Experimental:

Pendure o corpo na mola, que já deve estar presa ao suporte. Meça o comprimento da mola com o corpo no ar (I), depois com o corpo imerso na água (II) e finalmente com o corpo imerso no álcool (III). Observe que com o corpo imerso na água a mola encolhe x ; com o corpo imerso no álcool ela encolhe y . Verifique em qual situação a mola encolheu mais (Figura 6.5).

Figura 6.5- Medindo o empuxo



Fonte: Experiências de Ciências

CAPÍTULO 7

APLICAÇÃO DO PRODUTO

Em um primeiro momento a turma foi dividida em equipes que pesquisaram sobre um experimento e confeccionaram seus experimentos em sala de aula, com a presença e participação do professor atuando como um parceiro mais capaz. Esses procedimentos antecedem a aula, para que os alunos pesquisassem sobre o conteúdo a ser visto, de modo que os conceitos científicos sejam construídos por meio da visualização da teoria e da prática, conjuntamente.

Num segundo momento, após a confecção do experimento pelos alunos, eles demonstraram e explicaram a teoria envolvida com a mediação do professor, durante a explicação do aluno, para o restante da turma. Assim, toda a turma é envolvida em cada tema construído, proporcionando uma análise crítica, com perguntas entre eles (dos colegas aos que estão apresentando), assim como perguntas direcionadas ao professor, para esclarecer todas as dúvidas sobre o assunto abordado.

Segue abaixo os experimentos aplicados pelos estudantes:

a. Lei da Inércia (Plano inclinado de Galileu)

Construção de planos inclinados com isopor ou madeira para demonstrar a lei da Inércia (Figura 7.1).

Figura 7.1 - Plano inclinado de Galileu (Lei da Inércia)



Fonte: Próprio autor

Neste experimento os alunos construíram 2 planos inclinados com ângulos diferentes, para demonstrarem que, desprezando-se o atrito e a resistência do ar, caso o corpo seja solto do alto do plano de menor inclinação, menor seria a distância percorrida; já para o plano com o ângulo de maior inclinação, ocorreria exatamente o contrário (Figura 6.2). Até que, se não houvesse inclinação do lado oposto ao que fosse solto, o corpo tenderia a se mover em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), verificando-se assim a Lei da Inércia apresentada por Galileu Galilei no início do século XVII.

Figura 7.2 - Alunas durante a apresentação da Lei da Inércia

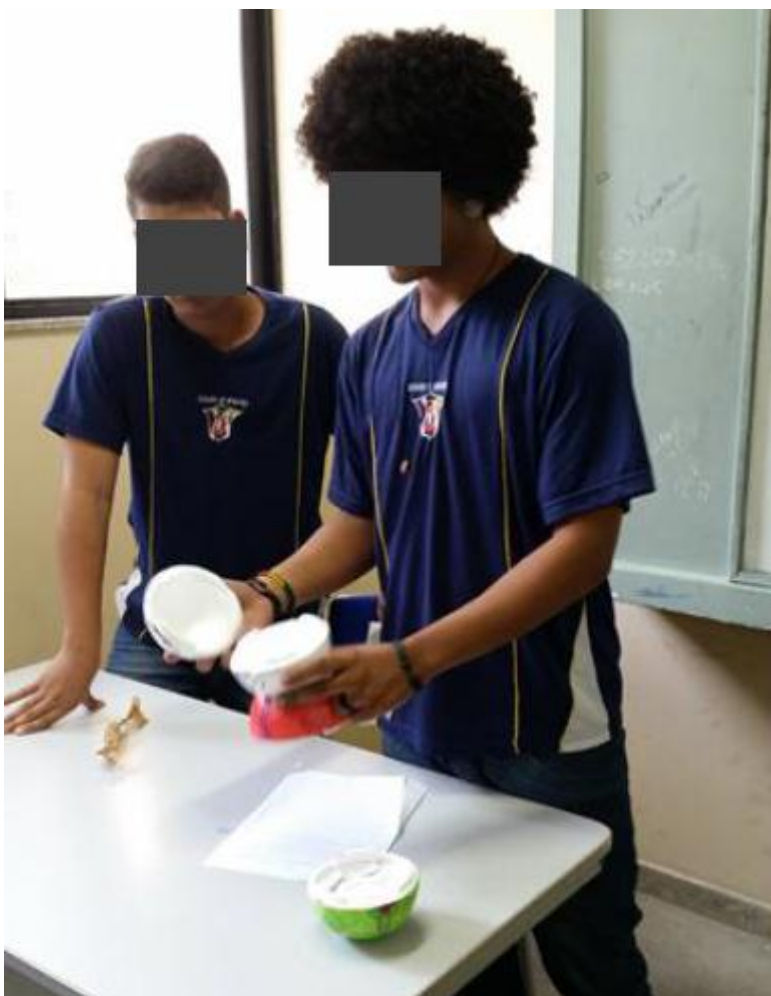


Fonte: Próprio autor

b. O João – bobo

Montagem do brinquedo conhecido como João-bobo para estudo dos conceitos de Estática, tais como os vários tipos de equilíbrio, centro de gravidade, etc. (Figs. 7.3 e 7.4).

Figura 7.3 - Alunos montando o brinquedo João-bobo



Fonte: Próprio autor

Figura 7.4 Alunos explicando sobre o funcionamento do brinquedo



Fonte: Próprio autor

Nesse experimento os alunos pesquisaram, construíram e explicaram conceitos de Estática como equilíbrio estável, centro de gravidade, força de reação vertical, tombamento, etc. O professor também participa citando e explicando estabilidade em navios e força de empuxo e fazendo perguntas aos alunos sobre este tema.

c. Carrinho movido a ar (3ª Lei de Newton)

Construir ou montar um carrinho movido a ar para a demonstração da Lei da Ação e Reação (Figura 7.5).

Figura 7.5 - Aluna demonstrando a 3ª lei de Newton



Fonte: Próprio autor

Neste experimento, os alunos pesquisaram sobre a Lei da Ação e Reação, e construíram um carrinho bem leve com um motor e um ventilador pequeno, movido a pilha ou bateria. É importante que o professor oriente os alunos nesse experimento, para que tanto a sua construção, quanto o seu funcionamento ocorram corretamente, com a escolha de materiais leves, sentido correto das pás do ventilador e utilização das pilhas, de preferência alcalinas, para que o motor tenha potência suficiente para mover o carrinho.

d. Força de atrito e elástica no plano inclinado

Construção de um plano inclinado para estudar a decomposição da força peso, força elástica e força de atrito (Figura 7.6).

Figura 7.6 Alunos demonstrando o experimento do plano inclinado com a força elástica



Fonte: Próprio autor

Nesse experimento, os alunos construíram um plano inclinado para estudar, discutir e demonstrar na prática, conceitos importantes como força elástica, força de atrito, força normal e decomposição da força peso.

e. Medindo o empuxo

Construção de um dispositivo para estudar conceitos de densidade, empuxo e força elástica (Figs. 7.7 e 7.8).

Figura 7.7 - Alunas demonstrando a força de empuxo



Fonte: Próprio autor

Figura 7.8 - Alunas realizando experimento de empuxo com álcool



Fonte: Próprio autor

Neste experimento, os alunos construíram um dispositivo para estudar os conceitos de densidade de líquidos diferentes, princípio de Arquimedes (empuxo) e força elástica. Os estudantes devem executar esta atividade utilizando materiais simples como mola, elástico, corpos maciços (que afundam na água, como chumbos de pesca, bolinhas de vidro ou moedas), régua milimetrada, suporte com base, recipiente, água, álcool, etc.

O professor, antes de imergir o corpo na água, fez o seguinte questionamento aos alunos:

“Vocês acham que a mola irá esticar mais ou encolher, ao pendurarmos um corpo na sua extremidade e mergulhá-lo na água ou no álcool?”

Curiosamente, muitos alunos pensaram que a mola iria esticar porque, para eles, a água puxa os corpos para o fundo. Talvez essa ideia errada que eles têm seja devido aos comentários de afogamento, que muitas vezes sejam explicados por uma “força sugadora” que, na verdade, a água não tem.

Durante a aplicação dos experimentos foram feitos alguns registros em vídeo da construção deles, assim como da participação dos alunos em equipe, discutindo a teoria e mostrando o seu empenho em realizar um bom trabalho. Também foi registrado pelo professor a apresentação destes experimentos, com o objetivo de ser parte da avaliação dos alunos, no conteúdo programático da disciplina.

CAPÍTULO 8

RESULTADOS E ANÁLISE DOS RELATÓRIOS PRODUZIDOS PELOS ALUNOS

Ao final da exposição dos experimentos pelos alunos e da complementação, feita pelo professor sobre a teoria estudada, foi solicitado aos alunos que produzissem um relatório sobre a experiência. Com esse novo modelo de aula unindo prática e teoria, assim como foi dito aos discentes que explanassem a respeito da experiência do trabalho em equipe, se acharam ou não válida para o aprendizado.

A partir do relato escrito, o professor pôde analisar o aproveitamento dos alunos e aperfeiçoar o trabalho realizado para as próximas turmas em relação aos experimentos produzidos e/ou o método usado pelo docente. De qualquer forma, o professor terá, com esses relatórios, um *feedback*, por parte dos alunos sobre seu trabalho que deve servir para avaliar os resultados da experiência, uma vez que terá a opinião dos próprios discentes sobre o aprendizado ou não por meio do método que está sendo utilizado pelo professor.

A escolha dos relatórios, ao invés de questionários, se deu pela maior espontaneidade, veracidade e liberdade dos alunos ao produzirem um relatório, uma vez que, em um questionário o professor escolhe as perguntas e acaba, em alguns casos, direcionando as respostas dos alunos; e com isto, diminuindo o valor do trabalho realizado. Já com os relatórios, são os alunos que comentam o que realmente aprenderam com o conteúdo apresentado, a metodologia utilizada para apresentá-lo, e podem até dar sugestões ao professor para as próximas experiências propostas para o conteúdo seguinte.

A seguir apresentaremos uma parte da transcrição dos relatórios produzidos pelos alunos em uma determinada turma para que possamos ter uma visão mais geral da metodologia aplicada.

Nome do experimento: 1ª Lei de Newton ou Princípio da Inércia

A equipe que executou o experimento 1ª Lei de Newton ou Princípio da Inércia descreveu o seguinte, em uma parte de seu Relatório:

“Bem, a base da lei da inércia é que todo corpo permanece em repouso ou em MRU, se a resultante de todas as forças sobre ele permanecer nula. Nosso experimento teve um bom desenvolvimento, toda a equipe entrou em concordância. Assim, tivemos a oportunidade de dividir e discutir sobre o trabalho. No desenvolvimento do trabalho muitas dúvidas foram esclarecidas como: Por que o nome de Newton na lei, se quem deu origem foi Galileu?”

Após a mediação do professor, a dúvida da equipe foi esclarecida como segue abaixo.

“É porque a Física não é formada apenas por um cientista, e assim Newton uniu as informações de Galileu e Kepler, aprofundou-a um pouco mais, dando origem a inércia”.

Neste experimento sobre Plano Inclinado de Galileu, percebemos que além de estudar a parte teórica do experimento, os alunos se mostraram interessados na História da Física. Fizeram questionamentos sobre porquê Newton ganhou o crédito da Lei da inércia, uma vez que foi Galileu quem realmente a descobriu. Com isto, entendemos que é muito importante que o professor trabalhe em sala de aula como a ciência é construída e que, cada cientista dê a sua contribuição para que um fenômeno seja completamente explicado, e também é conveniente que o docente, ao iniciar cada capítulo ou seção, conte um pouco da História da Física, com o objetivo de, cada vez mais, despertar a curiosidade dos alunos para saber como se deu a descoberta dos fenômenos físicos.

Nome do experimento: Carrinho movido a ar

No experimento Carrinho movido a ar, achamos interessante transcrever o seguinte:

“O trabalho que fizemos foi sobre a 3ª lei de Newton na qual acontece ação e reação. Os objetos usados foram: Dois coolers de computador, duas baterias de lítio, quatro botões grandes para fazer as rodas, dois ferros finos, um papelão no qual fizemos o carrinho. Depois fizemos a conexão dos fios dos coolers com as baterias de lítio e usamos um pequeno botão para ligar e desligar. O objetivo do carrinho é andar, ou seja, sair do lugar com a força dos coolers.”

Aqui, a aluna não relatou quase nada da 3ª Lei de Newton e o que houve de aprendizado, que era o objetivo principal de seu trabalho, se preocupando mais em descrever o material utilizado para o experimento e o imprevisto no uso dos materiais utilizados, pois inicialmente o experimento pedia que usassem um ventilador pequeno movido por um motor à pilha e que acabou sendo substituído por um cooler de computador e baterias de lítio. Dessa forma, percebemos que houve algum aprendizado do conteúdo eletricidade presente no experimento, e pouco aprendizado da 3ª Lei de Newton. Sendo que a eletricidade faz parte do conteúdo do 3º ano do Ensino Médio.

Então, o professor explicou para a aluna e para a turma a 3ª Lei de Newton, apresentando exemplos usando o próprio carrinho construído pela aluna e outros do cotidiano, para que houvesse a aprendizagem efetiva do conteúdo pesquisado.

Nome do experimento: João-bobo

Transcrevemos o seguinte do Relatório apresentado pelos alunos:

“Concluimos que sem o centro de gravidade ele tem a tendência de cair, com o centro de gravidade ele tem a tendência de ficar estável por ter o mais baixo possível o seu ponto de massa. Quando um corpo está em equilíbrio estável qualquer força que venha a sofrer vai fazer oscilar ao redor da posição preferencial ao invés de tombar o bobo retorna a posição inicial. É importante perceber que isso é possível por causa do seu formato esférico da base.”

Nesse experimento sobre equilíbrio do corpo extenso foram discutidos com os alunos os diversos tipos de equilíbrio de um corpo tais como estável,

instável e indiferente, e apesar de o estudante não ter deixado muito claro no relatório acima o que ele havia entendido sobre o centro de gravidade na pesquisa feita anteriormente à aula, entendemos que o experimento foi válido, uma vez que a turma participou fazendo perguntas e indagações a respeito da estabilidade de navios e pequenos barcos nos rios da Amazônia e que estas dúvidas foram longamente explicadas e discutidas pelo professor, bem como a impossibilidade de um corpo não ter centro de gravidade, o que notamos ser uma dúvida que os alunos tinham a respeito deste conceito.

Desta forma, mais uma vez o professor mediador explicou os conceitos de centro de gravidade e estabilidade de um corpo extenso para os alunos responsáveis pela montagem e execução do experimento e para a turma, melhorando assim a compreensão dos discentes a respeito destes assuntos.

Nome do experimento: Estudo do atrito no Plano Inclinado

A respeito deste experimento, foi transcrito o seguinte:

“Fizemos o experimento do carrinho com a mola, força e atrito a 30° . Foi muito legal estudar esse assunto na prática, pois dá para entender melhor o assunto. Trabalhar em equipe foi bom, pois cada um sabia sua função e o que trazer para o experimento. Trabalhar em grupo é melhor para explicar o assunto.”

Aqui, pelo relatório curto dos alunos que apresentaram o experimento do Carrinho no Plano Inclinado, percebe-se que houve maior empolgação em trabalhar em equipe, onde os alunos dividiram as tarefas na construção do experimento, do que em um aprendizado significativo, durante a pesquisa do assunto. Neste trabalho os alunos falaram sobre força elástica, para manter em repouso um carrinho em um plano inclinado de 30° com a direção horizontal, apesar de não terem relatado acima. Também foi esclarecido pelo professor, nesta aula, que o coeficiente de atrito estático em um plano inclinado é dado pela tangente do ângulo formado com a direção horizontal.

Nome do experimento: Medindo o Empuxo

No experimento Medindo o Empuxo, as alunas componentes da equipe relataram o seguinte:

“Inicialmente a mola sem o peso media 16 cm, após colocar o peso media 20 cm. Quando o corpo foi imerso na água a mola diminui medindo 18 cm. Como a densidade do álcool é menor que a da água a mola media 17 cm. Neste experimento aprendemos sobre a densidade da água que é maior que a do álcool e a lei de Hooke (e a consequente variação de seu comprimento, que possibilita a medida do módulo de uma força). Fazer o experimento em dupla ajudou a entender melhor a leis da física, montamos juntas o experimento com vários materiais que já tinha em casa como mola, água, álcool e um cabo de vassoura. No fim nós fizemos todas as medidas.”

Nesse experimento, as alunas estudaram diversos assuntos como densidade, força elástica, empuxo, peso, etc. Conforme destacado no relato acima, foi usada uma régua para demonstrar, na prática, que o empuxo torna os corpos aparentemente “mais leves” quando imersos em um líquido, tais como a água e/ou o álcool, e que a densidade da água é maior que a do álcool. Neste caso específico o experimento foi produzido por duas irmãs gêmeas que estudam na mesma turma. Dessa forma, percebemos que o ensino do empuxo fica mais interessante por meio do uso de experimentos simples na demonstração das leis da natureza.

Nome do experimento: Foguete de garrafa pet e Balão dentro da garrafa sem ar

Para este experimento foi relatado o seguinte:

“O foguete de garrafa pet funciona com álcool, uma garrafa pet, isqueiro ou fósforo e vela. Neste trabalho em equipe aprendemos muita coisa. O balão dentro da garrafa sem ar é muito simples de se fazer. É necessária uma garrafa de vidro, um balão, água morna e água fria. Primeiro coloque a água quente dentro da garrafa de vidro e depois jogue fora. Pegue o balão e coloque sobre a boca da garrafa, depois ponha a garrafa na água fria que fará o balão ser sugado para dentro da garrafa.”

Neste experimento, os alunos apenas descrevem qual o processo de execução que se deve seguir para montar o experimento e o seu

desenvolvimento experimental, sem se preocupar em relatar e discutir os conceitos físicos relacionados com o trabalho, tais como pressão, densidade, vácuo, etc. Desta forma o professor, durante a aula, chama a atenção para a aplicação dos conceitos físicos no experimento, mostrando que além do trabalho em equipe é necessário explicar o fenômeno observado por meio das leis da Física envolvidas no experimento.

Nome do experimento: Roldana móvel

Neste experimento de grandes aplicações práticas, foi relatado:

“Bem, para o experimento usamos pedaços de pau, pregos, dois fios de varal, roldanas móveis e o peso. O experimento visa equilibrar duas forças e a intensidade do peso, quanto mais roldanas tiver, menor será a força exercida no movimento. O trabalho foi feito por todos nós, cooperamos de forma igual e montamos o trabalho. Aprendemos o que nunca vimos, isso serviu para aprimorar nosso conhecimento a respeito da física. Muito interessante foi a experiência.”

Aqui, os alunos demonstraram em suas palavras, no breve relatório, que o principal objetivo do experimento foi alcançado, ou seja, que a força exercida para equilibrar o peso de um corpo depende do número de roldanas associadas na atividade. Portanto, a introdução das polias em uma aula de estática mostrou-se eficiente quando os alunos participam do processo e deixam de ser meros expectadores na aula.

Nome do experimento: Um carrinho movido a ar

Neste Relatório, foi relatado o seguinte:

“Nesse trabalho aprendemos sobre a terceira lei de Newton, ação e reação, que nos mostra que quando acionado a energia que faz com que o carro ande, faz com que a palheta gire fazendo com que o ar impulsione o carro, fazendo-o andar.”

Aqui, os alunos apresentaram um Relatório muito breve sobre o experimento realizado. Apesar disso, ficou subentendido que houve algum aprendizado da Terceira Lei, pois é citado pelo aluno o funcionamento do

carrinho por meio da impulsão conferida pelo ar através do giro da palheta. Após a realização do experimento, a Terceira Lei de Newton, Lei da Ação e Reação, foi explicada e exemplificada para a turma por meio do experimento produzido e, também, foram fornecidos aos discentes da turma diversos outros exemplos cotidianos pelo professor.

Nome do experimento: Coeficiente de atrito estático

Em seu Relatório, a equipe que apresentou este experimento escreveu o seguinte:

“Quando colocamos peso na extremidade de uma corda, estamos na verdade transmitindo força ao longo dessa corda até a extremidade oposta. Podemos dizer que cada pedaço dessa corda sofre uma tração, que pode ser representado por um par de forças iguais e contrárias que atuam no sentido de alongar a corda. Outra maneira é utilizando o dinamômetro para medir a força de tração de um objeto ou corpo que é igualando a tração com o peso.”

Neste experimento, os alunos estudaram conceitos como tração, transmissão de força, peso, equilíbrio e força de atrito em um plano inclinado. Percebe-se ainda, que foi introduzido o dinamômetro, instrumento que mede forças diretamente da deformação por elas causada num sistema elástico, que é citado durante as aulas de Física, mas que poucos alunos conhecem na prática.

Nome do experimento: Um carrinho movido a ar

No experimento ‘Um carrinho movido a ar’, o grupo que executou o experimento explicou na aula o seguinte:

“Nós aprendemos que para fazer um carrinho movido a ar, depende dos objetos utilizados. Porém, tentamos fazer, mas não saiu como planejamos pelo fato de a roda está saindo... a garrafa estava pesada e deu complicações. Só tinha uma palheta e não deu bastante impulso. Os objetos da experiência foram: uma garrafa pet, um motor médio e uma bateria. Iremos fazer outro novamente.”

Nesse experimento, infelizmente os alunos da equipe selecionada para executá-lo não tiveram êxito na construção do carrinho devido a erros na escolha do tipo de material para a sua confecção. Porém, a teoria foi explicada durante a aula com o auxílio de outro carrinho que já existia no laboratório da escola feito por outros alunos. De qualquer forma, a atividade foi válida pelo esforço feito pela equipe, na tentativa de explicar a Terceira Lei de Newton e por, mais uma vez, ficar comprovado o que vários Físicos experimentais disseram e dizem: “Se você vai apresentar um experimento em público, execute-o várias vezes antes para minimizar a possibilidade de erro.”

Após analisar os relatórios produzidos pelos alunos sobre os experimentos demonstrados, concluímos que a atividade foi válida, pois percebemos que os alunos demonstraram um interesse maior em compreender os conceitos físicos nos quais os experimentos são fundamentados. Com os outros discentes da turma, que não faziam parte da equipe que apresentava o experimento que estava sendo discutido, havia grande interação social, pois era possível discutir e tirar dúvidas entre eles, e entre os discentes e o professor, que foram apresentadas pelas equipes. Percebemos o interesse dos alunos na História da Física, por meio do relato e questionamento sobre o desenvolvimento da Lei da Inércia e o motivo de Newton receber os créditos pela Primeira Lei de Newton, que já havia sido descoberta por Galileu.

Também foi percebida nos relatórios a capacidade de improvisação diante de um problema surgido no experimento do carrinho movido a ar quando foi necessária a substituição de um motor por cooler de computador para que a experiência pudesse ser concluída com sucesso.

Outro ponto positivo no relatório dos alunos surgiu quando a equipe responsável pelo experimento João-bobo indagou ao professor e aos colegas presentes sobre o tema estabilidade dos barcos e navios que navegam nos rios da Amazônia. Considerando que este é um assunto que faz parte do cotidiano de muitos alunos, quando viajam para o interior do Estado e usam embarcações, que muitas vezes causam medo nos passageiros e, se os donos de embarcações e passageiros conhecessem a Física que fundamenta este

tipo de transporte, os primeiros poderiam oferecer um transporte mais seguro e os passageiros, sentir-se tranquilos caso verificassem que o transporte estava com toda a segurança exigida pela Capitania dos Portos.

Acrescentamos ainda que existe a possibilidade deste tipo de aula despertar o interesse de alguns alunos de seguirem carreira em cursos de engenharia e revelar possíveis talentos em área de robótica ou pesquisadores nas áreas de Física, Química e Biologia.

Diante da análise dos relatórios produzidos pelos alunos acreditamos que podemos contribuir com o ensino dos mesmos acrescentando a experimentação no ensino de Mecânica, proporcionando a interação desses estudantes entre eles, e entre eles e o parceiro mais capaz/professor, confrontando conhecimentos prévios com fenômenos físicos, como ficou evidente nos relatos.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As dificuldades apresentadas pelos alunos em Física, já no 1º ano do Ensino Médio podem ter várias razões, a saber: a) poucas habilidades em Matemática, b) excesso de fórmulas nos conteúdos de Mecânica, c) a não relação do conteúdo ministrado pelo professor com o cotidiano do aluno, d) a aula tradicional que não desperta no aluno um maior interesse em ciências, etc. Cabe ao professor encontrar metodologias com o objetivo de diminuir ou amenizar estas dificuldades por meio de aulas mais atrativas e interativas, onde o aluno seja colocado como um sujeito ativo do processo ensino-aprendizagem, e não apenas como um receptor de informações.

Uma metodologia interessante que pode auxiliar e contribuir com o professor nesse processo é o uso de atividades experimentais em sala de aula como forma de criar interações entre os alunos e a teoria ensinada pelo professor, uma vez que diversas teorias, como a interação social de Vygotsky, defendem que o processo ensino-aprendizagem é facilitado quando ocorre a interação entre a criança, um experimento e um parceiro mais capaz, no caso o professor.

Sendo assim, concluímos que a introdução de experimentos de baixo custo no ensino de Física, ainda no 1º ano do Ensino Médio traz um ganho significativo tanto para o professor como ferramenta para ensinar e motivar os alunos quanto para estes que aprendem de maneira prática, trabalhando em equipe, interagindo, discutindo fenômenos naturais e participando ativamente da aula que deixa de ser tradicional para se tornar mais dinâmica e interessante.

Este ganho implica em novas metodologias de ensino utilizando sites de pesquisa, livros e a introdução de um novo tipo de aluno muito mais ativo e participativo do processo ensino-aprendizagem aproveitando o momento mágico de descobertas que é a adolescência dos alunos. Entendemos que é fundamental aproveitar esse momento para que o aluno seja atraído para a área de ciências, evitando desta forma que ele crie uma aversão à disciplina Física. Esse método pode ser aperfeiçoado por outros professores de escolas

públicas, uma vez que se pode utilizar inúmeros experimentos diferentes, listados no apêndice 2, e também em séries subsequentes como 2º e 3º anos do Ensino Médio.

Acreditamos que esta pequena contribuição irá servir para que outros colegas do Ensino Médio continuem buscando melhorias no sentido de facilitar a compreensão da Física Básica que atualmente ainda é vista por muitos como uma disciplina de difícil entendimento, quase sempre em razão da dificuldade na parte matemática dos alunos que iniciam o Ensino Médio com grande deficiência na parte elementar de cálculos matemáticos, o que inevitavelmente se reflete na área de Física e Química, principalmente durante a resolução de exercícios que tratam de cálculos ou raciocínio lógico.

De acordo com Vygotsky, a aprendizagem é facilitada quando existe a interação da criança com aquilo que é ensinado e, desta forma, entendemos que a construção e participação do aluno com os experimentos apresentados proporciona essa interação.

Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, M. C., Bonizzia, A. e Cesar, L. P. *Aquisição de dados em laboratórios de física: um método simples, fácil e de baixo custo para experimentos em mecânica* - Revista Brasileira de Ensino de Física 23, v. 30, n. 2, 2501, 2008.
- CALDAS, J. , L. C. B. Crispino. *Divulgação científica na Amazônia: O Laboratório de Demonstrações da UFPA* - Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 39, nº 2, e2309. 2017.
- DRISCOLL, M.P. *Psychology of learning and instruction*. Boston, USA: Allyn and Bacon, 409 p. 1995.
- DUARTE, S. E., *Física para o ensino médio usando simulações e experimentos de baixo custo: Um exemplo abordando Dinâmica da rotação* - Cad. Bras. Ens. Fís., v. 29, n. Especial 1: p. 525-542, set. 2012.
- EDUCAÇÃO UOL. Disponível em <<https://educacao.uol.com.br/planos-de-aula/medio/fisica-movimento-uniforme---experimento.htm>>. Acesso em setembro de 2017.
- EXPERIMENTOTECA DA USP. Disponível em <http://www.cdcc.usp.br/experimentoteca/medio_fisica_mecanica.html>. Acesso em julho de 2018.
- FRANCISCO, I., Ramalho Júnior. II. Júnior, Nicolau Gilberto Ferraro. III. Soares, Paulo Antônio de Toledo. *Os fundamentos da Física* (Editora moderna). 9. ed. São Paulo SP. 2007.
- GASPAR, Alberto. *Experiências de Ciências* (Editora Livraria da Física). São Paulo. 2014.
- GASPAR, Alberto. *Compreendendo a Física* (Editora ática) vol 1. 3ª Ed. São Paulo. 2016.
- GASPAR, Alberto, Cristina de Castro Monteiro, Isabel. *Atividades Experimentais de Demonstrações em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da Teoria de Vigotsky. Investigações em Ensino de Ciências – V10(2), pp. 227-254, 2005.*
- GASPAR, Alberto. *Atividades experimentais no ensino de física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski* (Editora Livraria da Física). São Paulo. 2014.
- LABDEMON UFPA. Disponível em <<http://labdemon.ufpa.br/>>. Acesso em julho de 2018.
- LOPES, Luís Fernando (2015). *O uso de MC numa abordagem sociointeracionista no ensino de Física. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente. 2015.*
- MARENGÃO, Luiz Angelo (2011). *O Ensino de Física no Ensino Médio: Descrevendo um experimento didático na perspectiva históricocultural. Dissertação (Mestrado em educação) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia. 2011.*
- MOREIRA, Marco Antônio. *Teorias de aprendizagem. – 2. ed. – [Reimpr.]. - São Paulo: EPU. 2015.*

MOREIRA, Marcos Luiz Batista (2015). Experimentos de baixo custo no ensino de Mecânica para o Ensino Médio. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2015.

NASCIMENTO, Cláudia Terra. Notas de aula da disciplina Psicologia da Educação – UFSM. 30 Maio 2004.

NOVAESCOLA. Disponível em <<https://novaescola.org.br/conteudo/4866/blog-tecnologia-tecnologia-sem-computador-como-fazer-muito-com-pouco>>. Acesso em setembro de 2017.

OBJETOS EDUCACIONAIS. Disponível em <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/9679/Looping.pdf?sequence=1>>. Acesso em setembro de 2017.

RESNICK, Robert; HALLIDAY, David; KRANE, Kenneth. *Física 1*. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003, 368 p.

RESNICK, Robert; HALLIDAY, David; KRANE, Kenneth. *Física 2*. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003, 340 p.

SILVA, V.S.P. Objetos de aprendizagem: limitações funcionais no ensino médio e aplicabilidade no ensino de Física sob uma perspectiva vigotskiana. 2014. 152 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

SILVA, André Luís Silva da. Teoria de Aprendizagem de Vygotsky. Disponível em <<https://www.infoescola.com/pedagogia/teoria-de-aprendizagem-de-vygotsky/>>. Acesso em agosto de 2018.

SLIDEPLAYER. Disponível em <<http://slideplayer.com.br/slide/299881/>>. (Acesso em 02/10/2018)

TORRES, I, Carlos Magno A. II. Ferraro, Nicolau Gilberto. III. Penteado, Paulo Cesar Martins. Física: volume único (Editora Moderna). 1 ed. São Paulo SP. 2012.

TORRES, I, Carlos Magno A. II. Ferraro, Nicolau Gilberto. III. Soares, Paulo Antonio de Toledo. IV. Penteado, Paulo Cesar Martins. Física: Ciência e tecnologia (Editora Moderna). São Paulo SP. 2016.

UNESP. Disponível em <<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec07.htm>>. Acesso em setembro de 2017.

UNESP. Disponível em <<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>>. Acesso em setembro de 2017.

VALADARES, Eduardo de Campos. Física mais que divertida (Editora UFMG). Belo Horizonte MG. 2013.

YOUTUBE. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=BZtQf5NcvE>. Acesso em setembro de 2017.

YOUTUBE. Disponível em <<https://www.youtube.com/user/iberethenorio>>. Acesso em setembro de 2017.

Anexos

Anexo 1: Sugestões de Livros de Experimentos de Física.

- 1) Experiências de Ciências - **Alberto Gaspar** - (Editora Livraria da Física). **São Paulo. 2014.**
- 2) Experiências de Ciências para o ensino fundamental - **Alberto Gaspar** - (Editora ática). **São Paulo. 2003.**
- 3) Física mais que divertida - **Eduardo de Campos Valadares**. (Editora UFMG). **Belo Horizonte MG. 2013.**
- 4) Experimentos de Física básica (mecânica) – **Jucimar peruzzo** - (Editora Livraria da Física). **São Paulo. 2012.**
- 5) Os cientistas e seus experimentos de arromba – Mike Goldsmith (Editora Cia das letras). **São Paulo. 2007.**
- 6) Inventores e suas ideias brilhantes - Mike Goldsmith (Editora Cia das letras). **São Paulo. 2011.**
- 7) Ensino de Física com experimentos de baixo custo – Vivian Machado de Menezes (Editora Appris). **Curitiba PR. 2018.**

Anexo 2: lista de outros experimentos de mecânica (sugestão).

a) **Livro fundamentos da Física-** FRANCISCO, I., Ramalho Júnior. II. Júnior, Nicolau Gilberto Ferraro. III. Soares, Paulo Antônio de Toledo. *Os fundamentos da Física* (Editora moderna). 9. ed. São Paulo SP. 2007.

- 1) Análise um movimento uniforme
- 2) Encontro de móveis
- 3) Análise um movimento uniformemente variado
- 4) Determinação da aceleração da gravidade
- 5) Determinação da velocidade no lançamento horizontal
- 6) Verificando o princípio da inércia
- 7) Verificando o princípio da ação e reação
- 8) Calculando trabalho e potência
- 9) Conversão de energia potencial gravitacional em cinética
- 10) A conservação da quantidade de movimento
- 11) O equilíbrio e a gravidade
- 12) Determinação aproximada de densidade
- 13) Estudo do Teorema de Arquimedes
- 14) Comprovando o efeito Bernoulli

b) Site da Unesp (UNESP. Disponível em
 <<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec07.htm>>.)

- 1) Disco flutuante
- 2) Arrastão
- 3) Segredo da caixa
- 4) Lixa
- 5) Rolamento
- 6) Gotas marcantes

- 7) Trombada
- 8) Canhão de borracha
- 9) Balão foguete
- 10) Carrinhos bate bate
- 11) Polias
- 12) Quedas iguais
- 13) Gira-gira
- 14) Desafio da corda
- 15) Gangorra
- 16) Alicates
- 17) Bate e não volta
- 18) Bate e volta
- 19) Conservação da energia
- 20) Economia de força
- 21) Transformação de energia mecânica em energia térmica
- 22) Submarino na garrafa
- 23) Elevador hidráulico

Apêndices**Apêndice 1: modelo de relatório**

EEEFM _____

PROF.: _____

TURMA: _____ DATA: ____/____/____

ATIVIDADE EXPERIMENTAL EM GRUPO

ALUNOS: _____

NOME DO EXPERIMENTO:

OBSERVAÇÃO:

Apêndice 2: Produto Educacional



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Instituto de Ciências Exatas e Naturais

Faculdade de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Profissional em Ensino de Física

PRODUTO FINAL

**CONSTRUINDO CONCEITOS DE MECÂNICA POR MEIO DA INTERAÇÃO
COM EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO**

Autores:

Jerônimo Levi Rodrigues Moraes

Orientadora:

Simone da Graça de Castro Fraiha

Co - orientadora:

Fátima Nazaré Baraúna Magno

Belém - Pará

Outubro de 2018



Instituto de Ciências Exatas e Naturais

Faculdade de Física

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Mestrado Profissional em Ensino de Física

**CONSTRUINDO CONCEITOS DE MECÂNICA POR MEIO DA INTERAÇÃO
COM EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO NO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO**

Belém - Pará

Outubro de 2018

© Jerônimo Moraes, Simone Fraiha e Fátima Baráúna – 2018.

O material apresentado neste documento pode ser reproduzido livremente desde que citada a fonte. As imagens apresentadas são de propriedade dos respectivos autores ou produção própria e utilizadas para fins didáticos. Caso sinta que houve violação de seus direitos autorais, por favor, contate os autores para solução imediata do problema. Este documento é veiculado gratuitamente, sem nenhum tipo de retorno comercial a nenhum dos autores, e visa apenas a divulgação do conhecimento científico.

SUMÁRIO

Apresentação.....	6
Parte I	
Experimentos de Mecânica no 1º ano do Ensino Médio.....	8
Parte II	
Sequência Didática	9
Desenvolvimento.....	11
Parte III	
Experimentos Utilizados.....	13
Referências	21
ANEXOS	
Anexo 1.....	22
Anexo 2.....	23

Lista de figuras do produto final

Figura 1: Alunos construindo o plano inclinado.....	14
Figura 2: Plano inclinado (Lei da inércia)	14
Figura 3: Experimento de atrito no plano inclinado	16
Figura 4: Carrinho movido a ar	17
Figura 5: João-bobo	18
Figura 6: Medindo o empuxo	19

APRESENTAÇÃO

O material apresentado a seguir é o resultado do trabalho realizado em uma escola pública da rede estadual de ensino de Belém – PA no ano de 2017 com o objetivo de colaborar com o processo ensino-aprendizagem de Física no 1º ano do Ensino Médio por meio do uso de experimentos de baixo custo produzidos pelos alunos, com base na Teoria da Interação Social de Lev Vygotsky, tendo o professor como um parceiro mais capaz no auxílio da construção desses experimentos. Este material se constitui em um produto educacional gerado a partir de nossa Dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, dentro do programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará com o título: “Construindo conceitos de Mecânica por meio da interação com experimentos de baixo custo no 1º ano do Ensino Médio”, sob a orientação da Profa. Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha e co-orientação da Profa. Dra. Fátima Baraúna Magno.

A necessidade deste método de ensino ficou evidente quando percebemos que os alunos chegam ao Ensino Médio, com muita dificuldade no entendimento dos conteúdos de Física, em particular no de Mecânica, por ser este o conteúdo ministrado no 1º ano do Ensino Médio devido, na maioria dos casos, não ter estudado nada de Física no Ensino Fundamental e, quando estudaram, ter sido o conteúdo ministrado na forma das aulas tradicionais, com excesso de fórmulas, sem o professor fazer relação com o cotidiano do aluno, o que torna a Física mais “bonita” e atraente para os discentes. Sendo assim, optamos por sugerir aos alunos uma “aula diferente” da tradicional, onde eles pesquisam experimentos em livros e sites sugeridos pelo professor e, divididos em equipes, constroem esses experimentos, interagindo uns com os outros, tentando explicar a teoria envolvida nesses experimentos, com o professor participando como um parceiro mais capaz e explicando a teoria através de questionamentos sobre os fenômenos observados. Aqui evidencia-se o que Vygotsky denomina Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), isto é, aquilo

que o aluno sabe e o que vier a aprender com o auxílio de um parceiro mais capaz (o professor).

Os experimentos de mecânica sugeridos em nosso produto são: a) Plano inclinado de Galileu; b) João-bobo; c) Carrinho movido a ar; d) Estudo do atrito no plano inclinado; e) Medindo o empuxo.

Esperamos que esse Produto Educacional possa colaborar de alguma forma com outros professores de Física do nosso Estado, principalmente no ensino de Física nas escolas públicas.

PARTE I

EXPERIMENTOS DE MECÂNICA NO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO

O uso de experimentos no 1º ano do Ensino Médio apresenta inúmeras vantagens ao professor que busca que seus alunos tenham um maior rendimento e, ao mesmo tempo, deseja tornar as suas aulas mais atrativas e interativas. Isto faz com que o discente deixe de ser tão passivo e receptivo de informações e passe a fazer parte da aula, interagindo com os colegas, com os experimentos, com a teoria ensinada e com o professor, que se torna um mediador e um parceiro mais capaz na explicação dos fenômenos observados na natureza.

Existem inúmeros experimentos de baixo custo sobre o tema Mecânica em livros, sites de pesquisas de Universidades, canais no Youtube, etc., que podem servir de ferramenta ao professor para que indique aos alunos aqueles que atendam ao interesse do conteúdo a ser estudado pelos alunos. Usa-se de preferência os experimentos de baixo custo, que podem ser implementados tanto numa escola particular como numa escola pública. Entretanto, por mais simples que o experimento seja, se realizado de maneira adequada, pode proporcionar nos alunos o aprendizado e o interesse na ciência, que é realmente o maior objetivo do trabalho.

Foram escolhidos 5 (cinco) experimentos simples sobre o tema Mecânica que faz parte do conteúdo pertencente ao 1º ano do Ensino Médio.

PARTE II

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Metodologia

O produto educacional consta de uma Sequência Didática com a apresentação de experimentos construídos pelos próprios alunos, com a participação do professor, sobre o tema Mecânica, em uma turma do 1º ano do Ensino Médio.

Esta Sequência Didática aborda os conteúdos: i) Lei da inércia; ii) 3ª Lei de Newton; iii) Equilíbrio de um corpo extenso; iv) Plano inclinado; v) Força de atrito; e vi) Lei do empuxo. Os experimentos trabalhados foram: a) Plano inclinado de Galileu; b) João-bobo; c) Carrinho movido a ar; d) Estudo do atrito no plano inclinado; e e) Medindo o empuxo.

Cada etapa do procedimento, desde a elaboração dos experimentos, divisão das equipes, montagem dos experimentos, conteúdo do experimento produzido durante a apresentação do experimento, até a elaboração dos relatórios, leva em torno de 1 aula, com duração de 45 minutos, totalizando 4 aulas de atividades (180 minutos).

A Sequência Didática consta das seguintes etapas:

a. Sorteio, pesquisa e montagem dos experimentos

Primeiramente é dada aos alunos a tarefa de pesquisar em um dos canais disponíveis (site, livros, etc.) um determinado experimento de baixo custo que foi sorteado previamente e que será tema da aula seguinte. Este experimento será montado/construído em equipe pelos alunos, que serão divididos em grupos com a participação do professor, como mediador, para sanar as dúvidas que podem aparecer durante essa montagem.

b. Aula prática com a interação dos alunos e a participação do professor como um parceiro mais capaz

O aluno também pesquisará a teoria referente ao experimento que será montado e tentará explicar um determinado fenômeno por meio da demonstração experimental usando os conhecimentos adquiridos com a pesquisa e produção do experimento. Assim, a aula se tornará mais proveitosa com a participação/interação dos alunos e mediação do professor, que é o parceiro mais capaz, e que irá auxiliar os alunos na explicação e aprofundamento do conteúdo referente a aula.

c. Confecção de relatórios pelos alunos

No final da apresentação experimental, o professor pede aos alunos para descreverem, por meio de relatórios, esta experiência de montar os experimentos, pesquisar a teoria antes da aula, com a interação dos colegas e vivenciar a prática em sala de aula, mudando dessa forma a aula tradicional tediosa que envolve apenas a lousa e o giz.

Esses relatórios serão analisados pelo professor para que este possa tirar conclusões sobre a validade dessa metodologia de ensino e elaborar, com base nesses resultados, soluções e propostas futuras que venham a melhorar o processo ensino-aprendizagem no 1º ano do Ensino Médio para o conteúdo de Mecânica. Desejamos também avaliar se houve alguma melhora na aprendizagem, quando comparamos esta nova metodologia empregada, onde utilizamos os experimentos acoplados às aulas teóricas, em comparação àquela da aula tradicional, onde tínhamos a aula somente expositiva.

Conteúdo

Lei da inércia, Estudo do plano inclinado, Equilíbrio do corpo extenso, Força de atrito nos sólidos, 3ª Lei de Newton, Densidade e empuxo.

Objetivos

- Estudar a lei da inércia através de modelos de plano inclinados de Galileu.
- Entender o funcionamento do boneco João-bobo e os tipos de equilíbrio de um corpo extenso.
- Estudar a força de atrito nos sólidos e a decomposição das forças em um plano inclinado.
- Estudar a Lei da ação e reação através do carrinho movido a ar.
- Comparar a densidade de líquidos diferentes, estudar o Princípio de Arquimedes e a Lei de Hooke.

Série

1º ano do Ensino Médio Regular.

Tempo estimado

4 a 6 aulas de 45 minutos.

Duração

A realização do projeto possui 5 etapas que serão descritas a seguir.

DESENVOLVIMENTO:

1ª etapa

Na etapa inicial é apresentada a proposta aos alunos da pesquisa sobre os experimentos nos livros: i) Física mais que divertida; ii) Experiências de Ciências; iii) Canal da internet manual do mundo; ou outro.

2ª etapa

Os alunos são divididos em equipes de 2 ou 3 participantes, onde também é realizado sorteio dos experimentos a serem pesquisados, para evitar

discussões entre os mesmos, sobre a dificuldade do experimento que cada equipe pesquisará.

3ª etapa

Os alunos constroem os experimentos em sala, com a participação do professor como mediador, e pesquisam sobre a teoria que envolve aquele experimento nos canais informados (sites, livros, etc).

4ª etapa

Os alunos apresentam o experimento para a turma, fazendo questionamentos para os colegas, com a intervenção do professor, quando necessário, para sanar as dúvidas da turma.

5ª etapa

É solicitada aos alunos a tarefa de fazerem um relatório do experimento realizado. Este relatório será avaliado pelo professor, visando aperfeiçoar esta nova metodologia para aplicação nas próximas turmas.

PARTE III

EXPERIMENTOS UTILIZADOS

a) Plano inclinado de Galileu

Este experimento pode ser utilizado para a discussão de vários assuntos como aceleração, lei da inércia, força de atrito, resistência do ar, etc.

Materiais utilizados:

- Isopor;
- Cola de isopor;
- Cola quente;
- Estilete;
- Fita adesiva;
- Esfera de borracha;
- Régua;
- Papel.

Como construir:

Recorta-se as tiras de isopor em 3 (três) tamanhos diferentes obedecendo as medidas de um triângulo retângulo para fazer cada plano inclinado. Varia-se o ângulo de inclinação usando uma régua transferidora e cola-se as partes com a cola de isopor, fita adesiva e cola quente. Para a demonstração da lei da inércia pode-se produzir 3 (três) planos inclinados com inclinações variáveis.

Figura 1. Alunos construindo o plano inclinado



Fonte: Próprio autor

Figura 2. Plano inclinado (Lei da inércia)



Fonte: Próprio autor

A discussão nesta aula entre o professor e os alunos inicia em saber se para que um corpo esteja em movimento é necessária a ação permanente de uma força sobre ele, e continua pelos temas resistência do ar, lei da inércia,

força de atrito, força peso e força normal. Provocando um debate entre os alunos acerca do senso comum e prova experimental.

b) Lei de Hooke e força de atrito no plano inclinado

Este experimento possibilita ao professor trabalhar os temas força elástica, força de atrito e decomposição de forças no plano inclinado.

Materiais utilizados:

- Um carrinho em miniatura de peso conhecido, que se movimenta livremente e com pouco atrito;
- Uma tábua pequena e plana;
- Um transferidor;
- Uma mola de constante elástica k conhecida;
- Um prego fino pequeno.

Como construir:

Prenda o carrinho à mola e esta ao prego fixado à extremidade superior da tábua. Em seguida, incline-a.

Perceba que à medida que o ângulo de inclinação aumenta, o alongamento x da mola também aumenta, mostrando que o módulo da força exercida sobre a mola - componente tangencial do peso (P_x) – aumenta. (Figura 3).

Figura 3. Experimento de atrito no plano inclinado



Fonte: Brasil escola

Neste experimento a turma discute a Lei de Hooke, a força elástica restauradora em molas, a decomposição de forças em um plano inclinado, a aplicação da força de atrito e a força normal. O professor pode fazer a relação com ideias presentes no cotidiano do aluno como rampa de skate, rampa da escola, rampa de acesso a pessoas deficientes em ônibus, etc. Mostrando a importância do plano inclinado em uma alavanca que reduz parte da força aplicada em um corpo; a aplicação do atrito no cotidiano pode ser lembrada em uma curva de uma estrada, um paraquedas, um carro de corrida, um skatista, etc.

c) Um carrinho movido a ar

Com este experimento podemos explicar a lei da ação e reação de Isaac Newton.

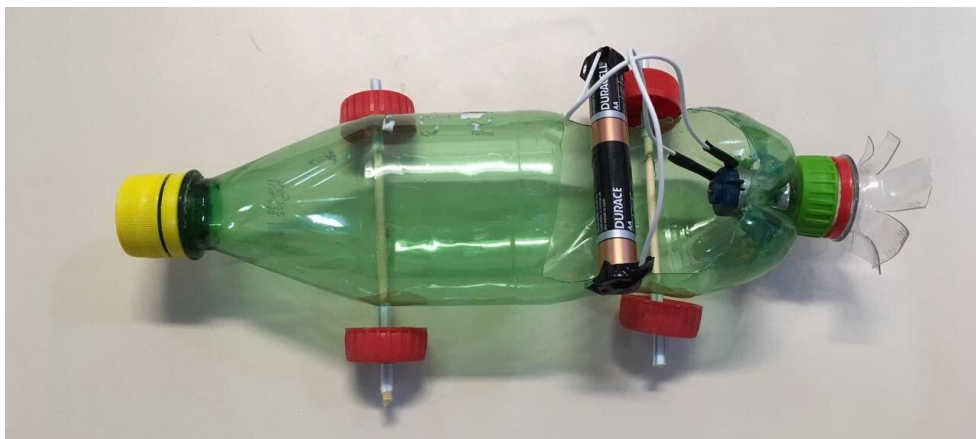
Materiais utilizados:

- Um ventilador pequeno movido a pilha;
- Um carrinho de brinquedo em que se possa fixar o ventilador;
- Peça de arame ou fio de cobre rígido.

Como construir:

Basta fixar o ventilador com o arame na parte traseira do carrinho; as pás devem ficar voltadas para trás (Figura 4).

Figura 4. Carrinho movido a ar



Fonte: Site Nova escola

Neste experimento os alunos testam a lei da ação e reação de Newton na prática, onde o professor cita diversos outros exemplos como o caminhar, o choque dos corpos em um jogo de bilhar, a luta de boxe, etc., e faz perguntas aos alunos sobre a importância desta lei em seu cotidiano.

d) O João – bobo

Com este experimento o professor pode explicar assuntos de Estática como centro de massa e tipos de equilíbrio estável, instável e indiferente.

Materiais utilizados:

- Esfera ou semiesfera de isopor, de preferência oca;
- Chumbinhos de pesca;
- Diversos: tinta, cola, cartolina, etc.

Como construir:

Na esfera ou semiesfera de isopor encaixe junto à superfície (ou na parte mais baixa, no caso da semiesfera) um ou mais chumbinhos de pesca. Como é importante preservar a esfericidade da base, encaixe os chumbinhos por dentro (daí a preferência pela esfera ou semiesfera oca). Essa região será a base do João-bobo. Decore-o, então, a seu critério (Figura 5).

Figura 5 - João-bobo



Fonte: Próprio autor

Neste experimento a turma discute o equilíbrio de corpos extensos, a diferença entre centro de massa e centro de gravidade, explicada pelo professor, para que não haja mais dúvidas, além dos tipos de equilíbrio estável, instável e indiferente.

e) Medindo o empuxo

Com este experimento é possível trabalhar em sala tópicos como densidade de líquidos diferentes e também o princípio de Arquimedes.

Materiais utilizados:

- Mola ou elástico;
- Corpos maciços (que afundam na água, como chumbos de pesca, bolinhas de vidro ou moedas);
- Régua milimetrada;
- Diversos: suporte com base, recipiente, água, álcool, etc.

Como construir:

Pendure o corpo na mola. Meça o comprimento da mola com o corpo no ar (I), depois com o corpo imerso na água (II), e finalmente com o corpo imerso no álcool (III). Observe que, com o corpo imerso na água a mola encolhe x ; com o corpo imerso no álcool ela encolhe y . Verifique em qual situação a mola encolheu mais (Figura 6.).

Figura 6. Medindo o empuxo



Fonte: Próprio autor

A discussão nesse experimento, do professor com a turma, é muito rica em conteúdo e exemplos do cotidiano dos alunos, pois envolve conceitos familiares como densidade, flutuação, empuxo em barcos e navios, etc. O professor pode, por exemplo, indagar à turma sobre flutuação de um grande navio e a não flutuação de uma pequena pedra em um rio, provocando comentários e discussões bastante proveitosas.

Referências

CENTRO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E CULTURAL DA USP. Disponível em <http://www.cdcc.usp.br/experimentoteca/medio_fisica_mecanica.html>. Acesso em julho de 05/07/2018.

GASPAR, Alberto. **Experiências de Ciências** (Editora Livraria da Física). São Paulo. 2014.

GASPAR, Alberto. **Atividades experimentais no ensino de física: uma nova visão baseada na teoria de Vigotski**/ Alberto Gaspar. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. (Coleção contextos de ciência).

NOVAESCOLA. Disponível em <<https://novaescola.org.br/conteudo/1493/como-organizar-sequencias-didaticas>>. Acesso em julho de 2018.

TORRES, I, Carlos Magno A. II. Ferraro, Nicolau Gilberto. III. Soares, Paulo Antonio de Toledo. IV. Penteado, Paulo Cesar Martins. **Física: Ciência e tecnologia** (Editora Moderna). São Paulo SP. 2016.

UNESP. Disponível em <<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>>. Acesso em setembro de 2017.

VALADARES, Eduardo de Campos. *Física mais que divertida* (Editora UFMG). Belo Horizonte MG. 2013.

YOUTUBE. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=_BZtQf5NcvE>. Acesso em setembro de 2017.

YOUTUBE. Disponível em <<https://www.youtube.com/user/iberethenorio>> . Acesso em setembro de 2017.

Anexos

Anexo 1: Sugestões de Livros de Experimentos de Física.

- 1) Experiências de Ciências - **Alberto Gaspar** - (Editora Livraria da Física). **São Paulo. 2014.**
- 2) Experiências de Ciências para o ensino fundamental - **Alberto Gaspar** - (Editora ática). **São Paulo. 2003.**
- 3) Física mais que divertida - **Eduardo de Campos Valadares**. (Editora UFMG). **Belo Horizonte MG. 2013.**
- 4) Experimentos de Física básica (mecânica) – **Jucimar peruzzo** - (Editora Livraria da Física). **São Paulo. 2012.**
- 5) Os cientistas e seus experimentos de arromba – Mike Goldsmith (Editora Cia das letras). **São Paulo. 2007.**
- 6) Inventores e suas ideias brilhantes - Mike Goldsmith (Editora Cia das letras). **São Paulo. 2011.**
- 7) Ensino de Física com experimentos de baixo custo – Vivian Machado de Menezes (Editora Appris). **Curitiba PR. 2018.**

Anexo 2: lista de outros experimentos de mecânica (sugestão).

a) **Livro fundamentos da Física-** FRANCISCO, I., Ramalho Júnior. II. Júnior, Nicolau Gilberto Ferraro. III. Soares, Paulo Antônio de Toledo. *Os fundamentos da Física* (Editora moderna). 9. ed. São Paulo SP. 2007.

- 1) Análise um movimento uniforme
- 2) Encontro de móveis
- 3) Análise um movimento uniformemente variado
- 4) Determinação da aceleração da gravidade
- 5) Determinação da velocidade no lançamento horizontal
- 6) Verificando o princípio da inércia
- 7) Verificando o princípio da ação e reação
- 8) Calculando trabalho e potência
- 9) Conversão de energia potencial gravitacional em cinética
- 10) A conservação da quantidade de movimento
- 11) O equilíbrio e a gravidade
- 12) Determinação aproximada de densidade
- 13) Estudo do Teorema de Arquimedes
- 14) Comprovando o efeito Bernoulli

b) Site da Unesp (UNESP. Disponível em
<<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec07.htm>>.)

- 1) Disco flutuante
- 2) Arrastão
- 3) Segredo da caixa
- 4) Lixa
- 5) Rolamento

- 6) Gotas marcantes
- 7) Trombada
- 8) Canhão de borracha
- 9) Balão foguete
- 10) Carrinhos bate bate
- 11) Polias
- 12) Quedas iguais
- 13) Gira-gira
- 14) Desafio da corda
- 15) Gangorra
- 16) Alicate
- 17) Bate e não volta
- 18) Bate e volta
- 19) Conservação da energia
- 20) Economia de força
- 21) Transformação de energia mecânica em energia térmica
- 22) Submarino na garrafa
- 23) Elevador hidráulico