



FAUSTO JOSÉ DE ARAÚJO MUNIZ
ISABEL CRISTINA GOMES BORGES
MARCOS ALEXANDRE DE MELO BARROS
MATHEUS LEVY ARAÚJO
RODRIGO CESAR BARBOSA NERY

AUTORES

AMANDA LETICIA TAVARES DOS SANTOS
ANDREIA CAROLINE FELIX DA SILVA
CAROLLINA VIEIRA DE MELO LOPES
DANIEL BATISTA DA SILVA FILHO
DANIELE GOMES COUTINHO
DANILO HENRIQUE NASCIMENTO DE MELO
FAUSTO JOSÉ DE ARAÚJO MUNIZ
ISABEL CRISTINA GOMES BORGES
LUCAS KAWAI SOUTO MAIOR DE MELO
LUIZ ANTONIO SOUZA DE LIMA RIBEIRO
MARCOS ALEXANDRE DE MELO BARROS
MATHEUS LEVY ARAÚJO
RODRIGO CESAR BARBOSA NERY
RUAN MARINHO CUNHA DE BARROS
STELA MARIA CAVALCANTI SILVA
THAYS VITORIA DE SANTANA CABRAL
TIAGO DA SILVA



HUBeducat

UFPE

HUB
educat
publicações

**APRENDIZAGEM ATRAVÉS DO
ENCANTAMENTO E DA INVESTIGAÇÃO
NO ENSINO DE FÍSICA**



Comitê Editorial

Laboratório de Pesquisa e Prática – Educação, Metodologias e Tecnologias
[Educat/UFPE]

Corpo Editorial Científico

Dra. Daniela Melaré Vieira Barros

[Universidade Aberta de Portugal – Portugal]

Dra. Edméa Oliveira dos Santos

[Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – Brasil]

Dr. Hussein Muñoz Helú

[Universidad Autónoma de Occidente – México]

Dr. John Traxler

[Wolverhampton University – Inglaterra]

Dr. Leonardo Jose Mataruna dos Santos

[American University in the Emirates – Dubai]

Dr. Marcos Alexandre de Melo Barros

[Universidade Federal de Pernambuco – Brasil]

Dra. Maria Andréa Guisén

[Investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnica (CONICET – Argentina)]

Dra. Maria Auxiliadora Soares Padilha

[Universidade Federal de Pernambuco – Brasil]

Dr. Miguel Ángel Zabalza Beraza

[Universidade de Santiago de Compostela – Espanha]

Dr. Mike Sharples

[Open University – Inglaterra]

Dra. Querte Teresinha Conzi Mehleck

[FACCAT – Brasil]

Dra. Verônica Gitirana Gomes Ferreira

[Universidade Federal de Pernambuco – Brasil]

APRENDIZAGEM ATRAVÉS DO ENCANTAMENTO E DA INVESTIGAÇÃO NO ENSINO DA FÍSICA

Organizadores

FAUSTO JOSÉ DE ARAÚJO MUNIZ

ISABEL CRISTINA GOMES BORGES

MARCOS ALEXANDRE DE MELO BARROS

MATHEUS LEVY ARAÚJO

RODRIGO CESAR BARBOSA NERY



Universidade Federal de Pernambuco
Reitor: Alfredo Macedo Gomes
Vice-Reitor: Moacyr Cunha de Araújo Filho

Editora UFPE
Diretor: Diogo Cesar Fernandes
Vice-Diretor: Junot Cornélio Matos
Editor-Chefe: Flávio Emmanuel Pereira Gonzalez

Catálogo na fonte:
Bibliotecária Kalina Ligia França da Silva, CRB4-1408

A654 Aprendizagem através do encantamento e da investigação no ensino de física [recurso eletrônico] / organizadores : Fausto José de Araújo Muniz... [et al.]. – Recife : Ed. UFPE, 2020.

Vários autores.
Inclui referências.
ISBN 978-65-86732-92-4 (online)

1. Física – Estudo e ensino. 2. Professores de física – Formação. 3. Prática de ensino. 4. Ensino – Metodologia. 5. Criatividade. I. Muniz, Fausto José de Araújo (Org.).

530.07 CDD (23.ed.)

UFPE (BC2020-126)

Todos os direitos reservados à



Rua Acadêmico Hélio Ramos, 20, Várzea
Recife-PE | CEP: 50.740-530
Fone: (81) 2126.8397 | secretaria.editora@ufpe.br
www.editoraufpe.com.br

**Reitor**

Alfredo Macedo Gomes

Vice-reitor

Moacyr Cunha de Araújo Filho

Diretor Editora

Diogo César de Carvalho Fernandes

Projeto gráfico

Rodrigo Barbosa

Diagramação

Rodrigo Barbosa

Revisão

Rafaela Silva

PREFÁCIO

A formação inicial no ensino de física no Brasil carrega alguns estigmas por ser vista como uma área “dura”, termo esse popularmente conhecido por caracterizar formações que enfatizam o processo de ensino e aprendizagem pautado na perspectiva de uma educação tradicional e conteudista, não valorizando a integração de disciplinas pedagógicas no currículo de formação e práticas inovadoras.

Nesse sentido, ao longo desse processo formativo percebesse um desencantamento dos licenciados por ser um campo que demanda um excesso de carga teórica que são trabalhados em geral de forma tradicional, práticas essas muitas vezes reproduzidas pelos egressos nos contextos que atuam.

Diante disso, evidencia-se a necessidade de provocar nesses graduandos cenários de aprendizagem que estimulem a criatividade, a investigação e o encantamento em seu processo formativo, como forma de romper com esses estigmas que pairam essa área de suma importância.

Mas, como fazer isso ao levar em consideração o atual cenário ainda mais complexo, de pandemia? Será que é possível? Além de todos esses desafios já mencionados, estudantes e professores encontram-se emocionalmente afetados com o isolamento social, com as incertezas e as novas formas de ensinar e aprender que demandaram o desenvolvimento de habilidades que muitos não dominavam.

É nesse contexto desafiador que foi desenvolvido o e-book Aprendizagem através do Encantamento e da Investigação do Ensino de Física, organizados pelos professores Fausto José de Araújo Muniz, Isabel Cristina Gomes Borges, Marcos Alexandre de Melo Barros, Matheus Levy Araújo e Rodrigo Cesar Barbosa Nery que apresenta uma proposta possível diante dessa conjuntura.

O ebook é fruto das experiências inovadoras dos(as) licenciandos(as) em física na disciplina de Metodologias Ativas e Inovadoras da UFPE, orientada pelo professor Dr. Marcos Barros, um provocador de aprendizagens Cri-Ativas, Encantadoras e Inovadoras que enxergou a oportunidade de instigar a mudança desse cenário formando

uma comunidade de prática e estimulando o protagonismo desses licenciandos.

Cada capítulo traz a experiência de um(a) licenciado(a) através do projeto das caixas encantadoras detalhado em um deles, no qual é fundamentado na teoria da aprendizagem através do encantamento desenvolvida por Matthew MacFall, que defende a importância que os processos de ensino e aprendizagem estejam pautados na perspectiva de encantar proporcionando várias sensações e momentos de curiosidade, descoberta e investigação, seguindo algumas etapas definidas por ele. Nos relatos de experiências é perceptível o envolvimento dos licenciandos em cada etapa da teoria da aprendizagem através do encantamento sendo vivenciado por eles, cada um com sua identidade, imaginação e criatividade nas atividades desenvolvidas com os materiais que foram disponibilizados.

Demonstrando assim, que é possível mesmo em ambientes complexos e desafiadores desenvolver processos de ensino e aprendizagem na formação inicial que integrem os conteúdos curriculares a práticas Cri-Ativas, Encantadoras e Inovadoras.

Assim, esse e-book inspira todos nós professores, professoras e estudantes a acreditar numa educação de qualidade e inovadora, seja ela desenvolvida em ambientes remotos, presenciais ou híbridos, ampliando o olhar sobre a formação inicial de professores no ensino de física.

Parabéns aos licenciandos encantadores que se dispuseram a fazer essa imersão na disciplina de Metodologias Ativas e Inovadoras, se envolveram, criaram, imaginaram, e foram além, nos encantaram compartilhando suas experiências conosco. Parabéns ao professor Dr. Marcos Barros pela incansável busca por aprender, ensinar e provocar aprendizagens tão significativas, e aos organizadores encantadores Fausto José de Araújo Muniz, Isabel Cristina Gomes Borges, Matheus Levy Araújo e Rodrigo Cesar Barbosa Nery que agregaram suas experiências nesse projeto inovador.

Recife, 15 de dezembro de 2020.

Gleize Barros

Sumário

CAPÍTULO 1

Conhecendo o Projeto

13

Fausto José de Araújo Muniz
Isabel Cristina Gomes Borges
Marcos Alexandre de Melo Barros
Matheus Levy Araújo
Rodrigo Cesar Barbosa Nery

CAPÍTULO 2

Aprendizagem através do encantamento

25

Fausto José de Araújo Muniz
Isabel Cristina Gomes Borges
Marcos Alexandre de Melo Barros
Matheus Levy Araújo
Rodrigo Cesar Barbosa Nery

CAPÍTULO 3

Aprendizagem através da investigação

33

Fausto José de Araújo Muniz
Isabel Cristina Gomes Borges
Marcos Alexandre de Melo Barros
Matheus Levy Araújo
Rodrigo Cesar Barbosa Nery

CAPÍTULO 4

Força elástica

38

Amanda Leticia Tavares Dos Santos

CAPÍTULO 5

Equilíbrio e gravidade

41

Stela Maria Cavalcanti Silva

CAPÍTULO 6

Cinemática

45

Tiago da Silva

CAPÍTULO 7

Eletrostática

48

Lucas Kawai Souto Maior De Melo

CAPÍTULO 8

Velocidade média

53

Thays Vitoria de Santana Cabral

CAPÍTULO 9

Ondulatória, pressão e equilíbrio

58

Ruan Marinho Cunha De Barros

CAPÍTULO 10

Campo eletromagnético

65

Luiz Antonio Souza De Lima Ribeiro

CAPÍTULO 11

Refração e reflexão

74

Daniele Gomes Coutinho

CAPÍTULO 12

Tensão superficial

82

Danilo Henrique Nascimento De Melo

CAPÍTULO 13

Pressão atmosférica

87

Carollina Vieira De Melo Lopes

CAPÍTULO 14

Dilatação térmica

93

Andreia Caroline Felix Da Silva

CAPÍTULO 15

Princípio de pascal

100

Daniel Batista Da Silva Filho

CAPÍTULO 16

Fluido não newtoniano e ressonância

115

Rodrigo Cesar Barbosa Nery

CAPÍTULO 17

Circuito elétrico

120

Rodrigo Cesar Barbosa Nery

CAPÍTULO 1 – CONHECENDO O PROJETO

Fausto José de Araújo Muniz

Isabel Cristina Gomes Borges

Marcos Alexandre de Melo Barros

Matheus Levy Araújo

Rodrigo Cesar Barbosa Nery

2020 ficará marcado para sempre em nossas vidas. Em março, o Brasil parou e fomos levados a pensar e a desenvolver novas formas de sobrevivência para lidar com uma pandemia que provocou pavor e mortes no mundo inteiro. Foi um ano em que precisamos conviver com a dor, o luto e muitas dúvidas.

A Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), por meio de sucessivos estudos, análises e reuniões, promoveu o retorno remoto aos estudantes de pós-graduação em junho e, em seguida, aos da graduação, em setembro. Foram meses desenhando a melhor forma de continuar o legado dessa instituição no estado. Não poderia ser diferente. Trabalhamos com vidas, sonhos, desafios...

Com a notícia das aulas remotas para a graduação, a coordenação da Licenciatura em Física da UFPE compartilhou um formulário para os licenciandos e divulgou a possibilidade de duas novas disciplinas serem vivenciadas no curso: Metodologias Ativas e Inovadoras e Introdução a EAD. Para nossa surpresa, a coordenação divulgou as disciplinas com a assertiva “FORTEMENTE RECOMENDADAS” para os alunos de Física. Rapidamente, tivemos um excelente aceite na proposta e iniciamos o desenvolvimento das aulas em setembro de 2020.

As primeiras atividades da disciplina Metodologias Ativas e Inovadoras, na qual o projeto Caixas Encantadoras foi desenvolvido, foram muito instigantes. Os alunos envolveram-se em leituras, análises

e diversos mini projetos, a fim de compreender como as metodologias ativas e a inovação pedagógica poderiam impactar o ensino de Física. Nosso desafio na disciplina foi estimular professores a se tornarem apaixonantes e apaixonados, envolvidos com o processo de ensino-aprendizagem.

Criatividade, Aprendizagem Criativa, Aprendizagem através do Encantamento, Aprendizagem através da Diversão, Coreografias Didáticas, Engajamento Discente e Docente foram alguns dos temas vivenciados com os alunos nas atividades remotas. As aulas eram sempre muito envolventes, com uma grande participação dos alunos nas atividades ao vivo (síncronas) e também nas assíncronas. Entretanto, sentíamos que precisávamos ir além. Era necessário criar outros cenários e possibilitar mais encantamento aos licenciandos.

Em conversa com o criador da Aprendizagem através do Encantamento, Matthew MacFall, professor inglês que tem investigado e aplicado essa metodologia no Reino Unido, percebemos que precisava despertar nos meus alunos de Física sentimentos e sensações de alegria, curiosidade, surpresa, inspiração e vontade de continuar aprendendo sempre.

Com todo esse movimento, fomos em busca de professores encantadores para dividir esse projeto. Resolvemos que enviaríamos para as casas dos alunos matriculados uma caixa com experimentos e outros objetos. A primeira encantadora a entrar no projeto foi a professora Isabel Borges, que desenhou as 16 possíveis propostas de investigação e as articulou com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e com o ensino por investigação e por projetos (imagem1).

Imagem 1 – Professores Marcos Barros e Isabel Borges



Fonte: Marcos Barros (2020)

Com esse primeiro desenho realizado, contatamos o próximo encantador, e, logo, Maker Rodrigo Barbosa (imagem 2) começou a desenvolver e separar os materiais que fariam parte de cada investigação. Após o trabalho minucioso de Isabel e Rodrigo, um terceiro encantador entrou no projeto com o objetivo de validar todas as nossas ideias: o licenciado em Física Matheus Levy, que analisou, corrigiu e ampliou os experimentos. O projeto começou a ganhar forma e se constituir como um desenho didático fascinante.

Imagem 2 – Professores Marcos Barros e Rodrigo Barbosa



Fonte: Marcos Barros (2020)

Por fim, um último integrante veio somar com toda sua *expertise*, o mestrando e estagiário docente da disciplina Fausto Muniz. Esse time foi responsável por coreografar todas as possibilidades, desde estudar sobre as precauções e os critérios de segurança até mesmo a desenvolver a logística das entregas das caixas.

Com todos os processos definidos, chegou o momento de pensar nas investigações e nos objetos que estariam no interior da caixa. Cada caixa criada (imagem 3), para cada um dos 16 licenciandos, foi pensada de forma bem personalizada, com propostas distintas. Assim, convidamos os alunos para entrarem nesse projeto mágico com a seguinte mensagem:

Imagem 3 – Caixas Encantadas



Fonte: Marcos Barros (2020)

Caixa x: nome do aluno

Nesta caixa, reservamos alguns objetos que permitirão experiências e vivências para nossas próximas semanas. Abra e sinta, através de cada objeto e mensagens declaradas, um projeto envolvente e encantador. Alguns mimos já podem ser saboreados por você agora mesmo. Isso tudo é resultado da imensa gratidão por eu ter tido o privilégio de te conhecer, aprender e crescer na coletividade durante nossas aulas.

Em um dos envelopes, você encontrará vários recursos para desenvolver uma experiência na área de física. E desde já, quero que você pare um pouco, veja cada um desses materiais disponibilizados e pense... Que atividade(s) eu poderia desenvolver com esses recursos em uma aula de

Física? Se possível, liste as possibilidades, registre e leve as ideias para nossa aula nesta quarta-feira!

Aqui estão os recursos que reservamos para ti...

XXXXXXXXX

XXXXXXXXX

XXXXXXXXX

Ah, não estou sozinho. Estou com mais quatro professores amigos neste projeto: Isabel, Matheus, Rodrigo e Fausto. Eles irão ser os curadores desta nossa jornada.

Nas próximas três semanas, faremos várias atividades neste projeto. Você é nossa convidada. Muitas surpresas te aguardam!

Seja bem-vinda a este universo de encanto, magia e emoção!

Grande abraço

Marcos Barros

Na caixa, inserimos bombons, chocolates, amendoim, jujuba, um conjunto de tinta guache, massa de modelar, pincel, os materiais da investigação e uma carta envelopada e selada (cuja mensagem veremos a seguir) que instrui para o desenvolvimento de uma atividade.

Estimado estudante,

Imagine que você está 10 anos à frente, no ano 2030, e está escrevendo uma carta ao professor Marcos Barros. Inicie esta carta relatando um pouco como anda sua vida em 2030. Situe suas experiências atuais... Diga onde está trabalhando, como é o seu dia a dia, como está sua vida pessoal... Isso tudo em 2030. Projete-se! Ao mesmo tempo, faça um resgate de como foi sua vida em 2020. Volte ao tempo um pouco e registre suas emoções,

sentimentos, experiências e até mesmo conquistas. Ah, não deixe de mencionar a experiência com esse projeto das caixas. Como foi a experiência com as aulas da disciplina Metodologias Ativas e Inovadoras?

Bem, esta carta deve ser manuscrita e endereçada, via Correios. Este envelope já está com o selo. Basta levar em alguma loja dos Correios perto da sua casa. Peço que não a faça digitada!

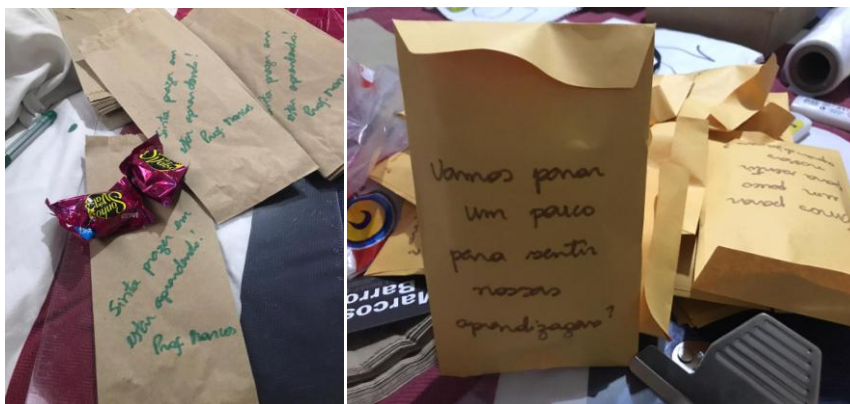
Meu endereço é:

XXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXX
XXXXXXXXXXXXXXXXXX

Para garantir, faz uma foto da carta antes de enviar e guarda contigo. Não podemos muito confiar nos Correios e a carta pode ser extraviada. Esta carta deve ser enviada no final do nosso projeto. (imagem 4)

*Grande abraço
Marcos Barros*

Imagem 4 – Materiais presentes na caixa



Fonte: Marcos Barros (2020)

Cada caixa (imagem 5) foi organizada com materiais diversos, a fim de provocar inúmeras possibilidades. Vejamos o conteúdo de cada uma delas.

Imagem 5 – Materiais presentes na caixa



Fonte: Marcos Barros (2020)

Caixa 1: Circuito elétrico

Materiais: 2 pilhas (1,5v) (AA e AAA), lâmpada de 1,5v, motorzinho elétrico, folha de papel alumínio, lápis, 4 pedaços de fios e fita isolante.

Caixa 2: Força elástica

Materiais: molas, elásticos, bolinha de borracha, bexiga, clips, sacola ou saco, régua e água (obter em casa).

Caixa 3: Força de gravidade

Materiais: 1 copo, 2 garfos, 1 colher (obter em casa), fósforo, 1 palito de dente, 1 pedaço de cano de PVC, bexiga, barbante, porca, saco plástico, quadrado de papel amarelo, elástico de escritório, folha de ofício e tesoura.

Caixa 4: Dilatação térmica

Materiais: lâminas retangulares de alumínio, papel sulfite, papel cartolina, vela, fósforo, garrafa, bexiga, barbante, prato (obter em casa),

água quente (obter em casa), folha de papel colorida, cola branca, tinta plástica, pincel.

Caixa 5: Pressão atmosférica

Materiais: água (obter em casa), vela, copo de vidro (obter em casa), balão, recipiente raso (obter em casa), fósforo, anilina, bastão de cola quente, 2 garrafas com tampa de plástico, tubo para bolsas de soro de no mínimo 15 cm.

Caixa 6: Densidade, Princípio de Arquimedes e Princípio de Pascal

Materiais: água (obter em casa), corante, isopor, borracha, madeira, massa de modelar, esfera de ferro, garrafa PET, balança, balança peixeiro, fita métrica, 1 seringa de 1 mL, 3 seringas de 5mL, 1 seringa de 20 mL, 1 seringa de 60 mL, mangueira de equipo, caixa de sapato, bexigas de aniversário, linha de costura.

Caixa 7: Refração e reflexão

Materiais: água (obter em casa), 2 copos de vidro grandes transparentes (obter em casa), poliacrilato de sódio incolor e colorido, copo ou qualquer vidro cilíndrico (obter em casa), papel sulfite, pilotos de cores diferentes, tesoura, garrafa PET transparente com tampa, apontador *laser*, recipiente raso (obter em casa), seringa, água suja (obter em casa), 2 copos maiores que a seringa, tubo de ensaio, bexiga, elástico, água limpa (obter em casa).

Caixa 8: Tensão superficial

Materiais: 1 copo transparente (obter em casa), tampinha de garrafa, moedas de tamanhos diferentes, conta-gotas, aparelho celular com câmera ou câmera digital (obter em casa), recipiente raso (obter em casa), papel sulfite, tesoura, detergente, palito, corante, algodão e água (obter em casa).

Caixa 9: Fluido newtoniano e fluido não newtoniano

Materiais: água (obter em casa), 1 prato fundo (obter em casa), massa de tapioca, bolinha de borracha, corante, amido de milho, aparelho de som com caixa de alto-falante (obter em casa), plástico que cubra toda a caixa, *smartphone* (obter em casa).

Caixa 10: Eletrostática

Materiais: balão, flanela, régua, papel de seda colorido, tesoura, copo descartável, 2 moedas de 50 centavos, palito.

Caixa 11: Campo eletromagnético

Materiais: ímã, água (obter em casa), agulha, prato fundo (obter em casa), folha, copo de vidro (obter em casa), óleo, palha de aço, tesoura, peneira, fósforo, papel sulfite, bola de isopor, palito de churrasco, folha grossa de isopor, plástico, pó de ferro, fita adesiva.

Caixa 12: Ressonância

Materiais: fita adesiva larga, palitos de churrasco, massa de modelar, linha de crochê, garrafa de 1 litro com água.

Caixa 13: Equilíbrio / gravidade 2

Materiais: massa de modelar, 2 palitos de churrasco, 1 palito de dente, 1 rolha, tesoura, pedaço de arame, copo de isopor, folha 15x15 de papelão, fita adesiva, 3 facas de plástico, 4 copos descartáveis, água (obter em casa).

Caixa 14: Tensão superficial 2

Materiais: 1 recipiente de vidro (obter em casa), detergente, gaze, elástico, palitos de dente, recipiente raso com fundo plano (obter em casa), 2 copos iguais (obter em casa), moedas, água (obter em casa), cartão de papel maior que a boca dos copos.

Caixa 15: Velocidade média

Materiais: 1 trena de pelo menos 2 metros, carrinho de fricção ou outro brinquedo, fita adesiva colorida, cronômetro (obter em casa), detergente, régua.

Caixa 16: Cinemática

Materiais: 1 lata, elástico, 2 pilhas, fita adesiva, palitos, jogo de dominó.

Com as caixas (imagem 6) finalizadas e as propostas definidas, o próximo passo foi organizar a logística da entrega aos alunos. Os professores Rodrigo Nery e Fausto Muniz foram os responsáveis por essa distribuição.

Imagem 6 – Caixas Encantadoras



Fonte: Marcos Barros (2020)

Cada pacote entregue a seu destinatário proporcionou um momento ímpar, encantador e repleto de muitas expectativas e surpresas. Todo carinho e cuidado despendido na produção das caixas haviam valido a pena. Saltavam os olhares dos estudantes de alegria ao receberem essa demonstração de afeto. Quantos sorrisos estampados por causa daquilo que mais parecia um presente, deixando encantamento e curiosidade, já que os graduandos não sabiam o conteúdo das caixas.

A partir daquele momento, possibilidades e realizações surgiriam por meio do que seria desvendado. (imagem 7)

Imagem 7 – Licenciandas recebendo a caixa



Fonte: Marcos Barros (2020)

Saiba mais



CAPÍTULO 2 – APRENDIZAGEM ATRAVÉS DO ENCANTAMENTO

Fausto José de Araújo Muniz

Isabel Cristina Gomes Borges

Marcos Alexandre de Melo Barros

Matheus Levy Araújo

Rodrigo Cesar Barbosa Nery

Encantar o aluno tem sido o nosso grande desafio na educação atual. O professor precisa não simplesmente transmitir saberes, mas sobretudo despertar sentimentos e sensações de bem-estar, alegria, curiosidade, surpresa, inspiração e provocar a vontade de continuar aprendendo sempre. A Aprendizagem através do Encantamento tem procurado ser um grande diferencial nas salas de aula, despertando o que temos de melhor e favorecendo uma formação bem envolvente.

No Reino Unido, o professor da educação básica Matthew McFall (imagem 1), com dois doutorados e uma experiência magnífica, desenvolveu o seu último doutoramento na Universidade de Nottingham, no Learning Science Research Institute, com o professor Mike Sharples. Suas pesquisas culminaram com um modelo metodológico que foi denominado **Aprendizagem através do Encantamento**. Curiosidade, descoberta e investigação são os principais atributos defendidos por Mcfall em suas pesquisas. Para o autor, a aprendizagem precisa estar em sintonia com propostas nas quais o encantamento seja uma prioridade.

A base teórica que sustenta essa abordagem é bem antiga, mas ao mesmo tempo atual. Aristóteles e Platão já destacavam o encantamento como um estímulo para a aprendizagem, quando confrontamos nossas concepções e exploramos novas ideias. Os estudos de McFall foram influenciados pelos Cabinets of Curiosities e Wonder Rooms, que são precursores de museus na Europa Renascentista. O

professor McFall instalou Salas de Curiosidade (imagem 2) em escolas inglesas a fim de provocar nos seus alunos o encanto, a magia e a vontade de aprender sempre.

Imagem 1 – Professor Matthew MacFall



Fonte: <https://www.bbc.co.uk/news/uk-england-nottinghamshire-13711015>

Alguns pesquisadores da Educação Infantil têm fortalecido as bases teóricas desse modelo. Johann Heinrich Pestalozzi (1746-1827) foi um educador que reforçou a importância do afeto na sala de aula. Nascido em Zurique (Suíça), defendia que a função principal do ensino seria levar as crianças a desenvolverem suas habilidades naturais e inatas. Sempre reforçava a máxima de que o amor deflagra o processo de autoeducação.

Para Pestalozzi, a escola deveria envolver os alunos em todas as suas atividades. Friedrich Froebel (1782-1852), nascido na Alemanha, refletia nos seus estudos sobre a importância da brincadeira para o processo de ensino-aprendizagem. Reforçou os jogos e a excelência da infância na formação dos nossos alunos. A médica italiana Maria Montessori (1870-1952) explorou nas suas pesquisas a individualidade,

Imagem 2 – Sala de Curiosidade



Fonte: <https://www.bbc.co.uk/news/uk-england-nottinghamshire-13711015>

atividade e liberdade como elementos essenciais para educar para a vida. Reforçou o potencial criativo como aspecto importante no desenvolvimento das crianças. Por fim, o austríaco Rudolf Steiner apresenta a antroposofia e a relação entre o ensino e a espiritualidade, por meio da Pedagogia Waldorf. A arte através do desejo, do encantamento, da surpresa e da imaginação são aspectos centrais na sua abordagem.

Recentemente, outros pesquisadores têm destacado a criatividade como eixo central no encantamento dos alunos. Mitchel Resnick do Massachusetts Institute of Technology (MIT) defende que o modelo da educação infantil (Jardim da Infância) deveria perdurar ao longo da vida de um estudante, fortalecendo o *Lifelong kindergarten* e a Aprendizagem Criativa. Resnick desenvolveu um modelo metodológico com os 4 “pês”: **projeto, paixão, pares e pensar brincando (play)**. No projeto, é essencial respeitar o processo de criação. Reforça a importância das pessoas que se arriscam, que produzem e criam coisas

novas. A paixão reflete o desenvolvimento de uma atividade a partir dos interesses dos participantes, em total sintonia com as necessidades do coletivo. Os pares exemplificam a criatividade como processo social, possibilitando a criação de comunidades de prática, a curadoria e a mentoria. Por fim, temos o pensar brincando (*play*), que envolve elementos da ludicidade e da arte nas atividades. Reforça a ideia de exploração livre, assumindo riscos e testando coisas novas. Mitchel Resnick ainda desenvolveu o espiral da aprendizagem criativa com os seguintes elementos: **imaginar, criar, brincar, compartilhar, refletir e imaginar.**

Outra base teórica recente que fundamenta a Aprendizagem através do Encantamento vem da Universidade de Barcelona com Saturnino de La Torre, que desenvolveu o Programa Institucional de Escolas Criativas. O programa apresenta um olhar transdisciplinar e ecoformador, tendo como objetivos: (1) criar uma consciência coletiva de mudanças, (2) gerar ações transformadoras e, por fim, (3) promover ações investigadoras e polinizadoras. Para La Torre (2016), as escolas criativas são aquelas que desenvolvem os potenciais criativos dos estudantes, os valores humanos, os sociais, os de convivência, os de liberdade, a criatividade, as habilidades para a vida, a iniciativa, o empreendedorismo e o pensando no desenvolvimento humano e ambiental sustentável, tentando compatibilizar conhecimento com reconhecimento. Para o autor, precisamos criar instituições vivas que transcendam, recriem, valorizem e transformem.

Para desenvolvimento dessa metodologia, Matthew McFall defende cinco fases na Aprendizagem através do Encantamento:

1. Antecipação: a sensação de que algo vai acontecer e há o desejo de saber mais.

2. **Encontro:** o momento em que vivenciamos o encantamento.

3. **Investigação:** encaminhamento do encantamento para o compreender ou para continuar a experiência.

4. **Descoberta:** a percepção de que há muito mais para saber.

5. **Disseminação:** continuação do trabalho para partilhar, celebrar e polinizar.

Imagem 3 – Vivenciando as fases em uma formação



Fonte: Marcos Barros (2018)

McFall ainda define os princípios básicos que devem fazer parte de uma atividade com foco no encantamento: **apresentação, atração, interação, exploração, sentidos, satisfação e gentileza**. O primeiro princípio, apresentação, destaca a forma como as coisas nos são apresentadas e define como essencial por fazer toda a diferença. É

fundamental envolver, promover a curiosidade e provocar a imaginação. O segundo princípio refere-se à atração, e somos atraídos por coisas que estão escondidas ou são formas de ocultação. Seguindo, encontramos a interação. Nesse princípio, as regras que regem a interação influenciam os resultados. Na exploração, os objetos permitem diferentes interações, alguns deles podem, inclusive, permitir exploração e descoberta. Seguindo, temos os sentidos, que devem ser sempre planejados quando estamos em um processo de encantamento. E, por fim, os princípios satisfação e gentileza.

O encantamento oferece um patrimônio valioso. Uma pedagogia do encantamento encoraja a criação de oportunidades e é vista como uma experiência que se move da antecipação para um encontro que permite e incentiva a investigação, a descoberta, o compartilhamento e a propagação. O encantamento é caracterizado por afeto positivo, questionamento e motivação para descobrir. É abordado como novidade, mistério e surpresa. McFall defende uma pedagogia e um currículo em sintonia com o encantamento e define algumas sessões para explorar as possibilidades de uma atividade nesse modelo. O autor denominou as sessões como caixas coloridas, cada uma com intencionalidade bem definida.

Caixa preta (antecipação): é um evento de apresentação que estimula a antecipação e desperta a curiosidade.

Caixa vermelha (demonstrações): os alunos procuram objetos fantásticos fora da sala de aula e trazem para uma sessão de mostrar e contar.

Caixa laranja (caça ao tesouro): os alunos, em grupos, com apoio dos funcionários, vão procurar o estranho e o maravilhoso. São encorajados a questionar as coisas que veem à sua volta.

Caixa amarela (descobertas): os alunos examinam os objetos que encontram e discutem como podem ser descritos e exibidos para outras pessoas.

Caixa verde (evento de curiosidade): os alunos criam exposições interativas para partilhar e explicar.

Caixa azul (exploração): nesta sessão, são promovidas visitas a um sítio histórico, a um museu ou mesmo a uma floresta.

Caixa lilás (exposições): aqui os integrantes são movidos a criar museus na sala de aula ou um “espetáculo de maravilhas” para os outros estudantes visitarem.

Caixa branca (celebração): ambiciosa celebração do espanto na escola inteira para um número maior de participantes convidados, incluindo alunos de outros anos, outras escolas e famílias.

Muitas possibilidades são exploradas nessa abordagem. A produção de um labirinto é um grande exemplo que é conhecido há mais de 2.500 anos. Os labirintos compreendem espaços encantados, desenvolvidos a partir de um algoritmo notável. Múltiplas possibilidades podem ser geradas a partir desse recurso em uma escola. O uso de magia é outra abordagem muito instigante para os alunos. Magia e truques são tão antigos quanto os primeiros textos. Os profissionais da área compartilham (ou simplesmente demonstram) atos do impossível para entretenimento. Os armários de curiosidade floresceram na Europa no século XVI e provocam muito envolvimento dos alunos. São espaços microcósmicos e imersivos que abrigam várias coleções. É idealmente dedicado à exploração e ao compartilhamento do estranho e maravilhoso. Por fim, as missões ao ar livre como estudo lúdico da natureza com várias regras e formas. Apresentam grande potencial particular para aumentar a observação e a sensibilidade à natureza.

Na pandemia, a Aprendizagem através do Encantamento tem possibilitado muitas estratégias na relação professor-aluno, como o envio de cartas, caixas, pacotes com afazeres instigantes e o desenvolvimento de atividades com uso de mapas e códigos. Destacamos como exemplo o projeto desenvolvido na Licenciatura em Física da UFPE, que servirá de base para aplicação em tantas outras disciplinas do ensino de ciências ou das mais diversas áreas.

Saiba mais



CAPÍTULO 3 – APRENDIZAGEM ATRAVÉS DA INVESTIGAÇÃO

Fausto José de Araújo Muniz

Isabel Cristina Gomes Borges

Marcos Alexandre de Melo Barros

Matheus Levy Araújo

Rodrigo Cesar Barbosa Nery

Nos dias atuais, já não se concebe um ensino-aprendizagem das ciências sem a interação professor/aluno/conhecimento, em que se estabelece uma conexão entre as ideias prévias dos alunos e o conhecimento científico vigente. Essa articulação é mediada pelo professor e permite ao aluno reestruturar sua percepção de mundo ao entrar em contato com o conhecimento científico. Dentro dessa perspectiva, deve-se haver uma seleção adequada dos conteúdos de Ciências, que muitas vezes envolvem teorias científicas que são grandes sínteses, mas distantes do mundo do aluno, com uma linguagem muito formal. Além disso, é fundamental a inserção de métodos de ensino que contemplem a experimentação, a elaboração de hipóteses, as discussões, as relações elaboradas entre os fenômenos e as ideias, a produção e leitura de textos informativos, a pesquisa bibliográfica, a busca de informação por fontes variadas, as produções de desenhos, tabelas, gráficos e esquemas de textos, o confronto dos resultados com as hipóteses e a elaboração de perguntas e problemas.

A investigação é parte essencial no ensino de Ciências, porque a formação do pensamento e das práxis do sujeito deve se dar nos entremeios de atividades investigativas. O desenvolvimento cognitivo e de potencialidades do aluno para a vida na sociedade são fortalecidos quando vemos as experimentações como estratégias dinâmicas e interativas, que enfatizam a negociação de significados de saberes e que favorecem a construção do conhecimento a partir de contextos reais ou criados. O aluno precisa transformar, produzir, construir e criar o real,

sem ser simplesmente reprodutor. A observação é sempre carregada de teoria, e o laboratório e o cotidiano podem ser tomados como referências essenciais para a promoção das potencialidades humanas.

As investigações necessitam de muita reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, juntamente com o conhecimento de procedimentos e atitudes. O professor deve solicitar aos alunos que expressem expectativas de resultados, argumentem os obtidos e comparem aos esperados, para que se amplie e potencialize a construção de conhecimento por meio de uma experimentação. As experimentações nas aulas de Ciências têm um papel fundamental na construção do conhecimento científico. Os alunos, ao realizarem experimentos, podem ser oportunizados a verificarem ocorrências daquilo que pensam, revendo o seu pensamento sobre determinado fenômeno, reestruturando suas ideias, discutindo com os colegas, professores e analisando os fatos.

A participação do professor nas aulas investigativas também é importante para que os processos interativos e dinâmicos possam ser efetivados. Essa exploração se baseia na problematização, tematização e conceitualização. O professor deve explicitar e discutir os pontos de vista, possibilitando uma extrapolação das ideias iniciais compreensivas dos alunos, por meio das contraposições e intervenções específicas e intencionais do professor. As atividades práticas experimentais e de campo se definem como um recurso extremamente precioso e, em muitos casos, imprescindível para a aprendizagem. Entretanto, é importante que o professor selecione e conceba as atividades práticas com clareza de propósitos, meios e estratégias, somado à monitorização e avaliação de sua implementação, para que seu objetivo seja alcançado.

Weissmann (1998) destaca que o aluno deve colocar em prova a sua capacidade criativa, que desenvolva um espírito crítico, que valorize e coloque em prática o rigor, que se interesse por comunicar o resultado

de seus trabalhos e que seja capaz de trabalhar de forma cooperativa, de fazer-se novas perguntas e de procurar caminhos criativos para colocar em prova as suas ideias (p. 52).

Carvalho e Gil-Pérez (1993) destacam vários fatores que contribuem para a aprendizagem das ciências: (1) as expectativas que os professores possuem e transmitem para seus alunos; (2) o tempo escolar de aprendizagem na implicação ativa dos alunos nas tarefas; (3) o professor estar ciente do nível de dificuldade dos seus alunos, procurando auxiliar os que mais precisam de ajuda a fim de produzir bons progressos em suas tarefas; (4) um ambiente orientado pela disciplina, associado à resolução de tarefas interessantes e ordenadas; (5) o professor oferecer *feedback* em relação aos progressos nas tarefas, sempre valorizando positivamente as atividades. Entretanto, dentro dessa visão, os projetos pedagógicos necessitam inserir em seus objetivos a participação dos professores da escola em atividades de formação continuada.

De acordo com Fumagalli (1998) e Zabala (1999), a ciência ensinada nas escolas é formada por um corpo de conteúdos conceituais, procedimentais, atitudinais e factuais, estruturados a partir de um corpo científico. Os conteúdos conceituais referem-se aos dados, fatos, conceitos e princípios. Os conteúdos procedimentais constituem-se em cursos de ações corporais efetivas e psicológicas ordenadas e orientadas para a consecução de metas. Os conteúdos atitudinais, por sua vez, referem-se a um conjunto de normas e valores capazes de formar nas crianças uma atitude científica, ou seja, a curiosidade, a busca constante, o desejo de conhecer, a crítica livre em oposição à autoridade, a comunicação e a cooperação na produção de conhecimentos. Não podemos só ensinar valores, mas os alunos de posse do conhecimento científico poderão ser capazes de resolver problemas, avaliar riscos das decisões tomadas e formular julgamentos éticos. Fumagalli (1998) enfatiza que uma proposta pedagógica para o ensino de ciências deve

favorecer a construção de novos significados para os alunos, pois não se pode aprender conteúdos procedimentais separados dos conceituais. Os conteúdos conceituais desempenham um papel importante no processo de construção de conhecimento, porque os alunos não descobrem um corpo conceitual espontaneamente.

Sendo assim, a educação científica desenvolvida nas escolas não deve ter a pretensão de originar cientistas, mas formar cidadãos para atuar com discernimento e determinação, trabalhando alguns problemas atuais. Tudo isso com o objetivo de compreender o papel da ciência e do desenvolvimento tecnológico, fortalecendo sua formação de cidadão e estimulando atitudes de responsabilidade em relação ao meio em que vivem. Nesse contexto, a tecnologia deve ser aplicada no desenvolvimento científico como eixo propulsor do progresso da ciência, bem como para o exercício da cidadania, apesar de muitos problemas sociais não dependerem exclusivamente de conhecimentos científicos e tecnológicos.

No contexto desse projeto, cada caixa foi organizada de modo a levar os estudantes a pensarem e desenvolverem investigações. Como já descrito, cada caixa continha estrutura, elementos e caminhos diferentes para instigar a aprendizagem dos alunos participantes da disciplina.

Saiba mais

FUMAGALLI, Laura. O ensino de ciências naturais no nível fundamental de educação formal: argumentos a seu favor. In: WEISSMANN, Hilda.

Didática das Ciências Naturais: contribuições e reflexões/ organizado por Hilda Weissmann; trad. Beatriz Affonso Neves – Porto Alegre: ARtMED, 1998.

GIL-PÉREZ, D. Algunas tendencias innovadoras espontâneas: aportes e limitaciones. In: GIL, P. D. e GUZMÁN, M. O. Enseñanza de las ciencias

y la matemática tendencias e inovaciones. **Revista Iberoamericana de Educación**, 1993. Disponível em: http://www.campus_oei.org . Acesso em 2 de abr. 2003.

WEISSMANN, Hilda. **Didática das Ciências Naturais**: contribuições e reflexões/ organizado por Hilda Weissmann; trad. Beatriz Affonso Neves – Porto Alegre: ARTMED, 1998.

ZABALA, Antoni. **Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula**; trad. Ernani Rosa – Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1999.

CAPÍTULO 4 – FORÇA ELÁSTICA

Amanda Leticia Tavares Dos Santos

Muitos educadores mundo afora já foram vítimas dos infames “estilingues de dedo”. Sabendo que o banimento permanente desses objetos inoportunos é improvável, vamos, então, apropriar-nos deles para o uso como recursos didáticos. A construção e otimização do estilingue será analisada tomando como base a lei de Hooke, buscando favorecer materiais que se encontram numa zona de equilíbrio no que diz respeito à dificuldade de esticar o elástico e à força com que o mesmo vai lançar um determinado projétil. Fica evidente que o objetivo do experimento é, então, criar uma relação entre o universo lúdico e a abstração físico-matemática, proporcionando um ambiente descontraído enquanto os alunos se apropriam do conhecimento sobre a “constante elástica”. Obviamente, o experimento não é isento de riscos, mas, com os devidos cuidados quanto à circulação dos dedos dos alunos e os alvos escolhidos para os projéteis, a investigação pode ocorrer sem grandes problemas.

A experimentação pode ser realizada por alunos do 1º ano do ensino médio acompanhados de um educador. Uma preparação, por meio de uma conversa, pode ser necessária para que o valor didático seja integrado, pois existe a possibilidade de ocorrerem divergências, paralelismos temáticos e atividades que não necessariamente contribuam para o ensino-aprendizagem.

Os recursos utilizados neste experimento foram, diferentes elásticos, bolinha de borracha, sacola ou saco, régua e água (100mL)

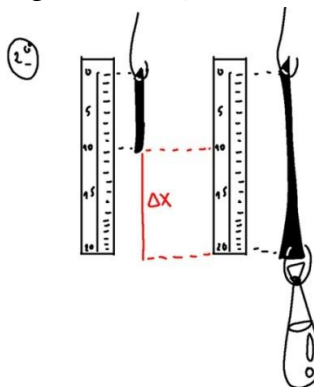
De início, devemos selecionar uma sacola que comporte 100 mililitros de água (Figura 1). Essa sacola deve ser fechada de modo a evitar vazamentos. Então, faremos uma medição do tamanho de

distintos elásticos, que devem estar com uma das pontas fixadas. Finalizamos essa etapa gravando os resultados (Figura 2). Num segundo momento, faremos uma nova medição. Dessa vez, além de fixarmos uma das pontas do elástico, penduraremos a sacola de água na outra ponta, de modo que o peso da sacola estique o elástico (Figura 2). Com isso, é possível trabalhar o conceito de densidade da água e a descoberta de uma variável, a constante elástica, por meio de testes físicos.

Figura 1 – Sacola com água.



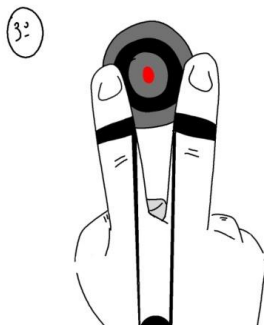
Figura 2 – Medição dos elásticos.



Fonte: Amanda Leticia Tavares Dos Santos (2020)

Uma ideia a ser trabalhada também é a curadoria de materiais para um determinado propósito. Diversificando as distâncias até os alvos, a força aplicada pelo elástico no projétil precisará ser maior ou menor (Figura 3). A seleção de qual dos elásticos usar seria feita pelo aluno.

Figura 3 – Arremesso do projétil.



Fonte: Amanda Leticia Tavares Dos Santos (2020)

Saiba mais



CAPÍTULO 5 – EQUILÍBRIO E GRAVIDADE

Stela Maria Cavalcanti Silva

Os experimentos feitos abordam temas relacionados a equilíbrio e gravidade. Assim, esses experimentos podem ser realizados em turmas do 1º e 2º ano do Ensino Médio. Como os instrumentos usados podem ser facilmente obtidos, assumimos que qualquer professor do ensino básico consegue aplicar esses experimentos em suas devidas turmas.

Os recursos para nossos experimentos são massa de modelar, palitos de churrasco, palitos de dente, rolhas, tesoura, arame, copos de isopor, folha de papelão, fita adesiva, facas de plástico, copos descartáveis e água.

Experimento 1: Rolha equilibrista

Para esse experimento, usamos uma rolha, um palito de dente, palitos de churrasco e pedaços de massinha de modelar. Primeiramente, partimos o palito de dente ao meio e espetamos os dois pedaços embaixo da rolha, como se fossem pernas. Em seguida, colocamos um palito de churrasco em cada lado da rolha, dando a ideia de que são braços. Feito isso, adicionamos massinha de modelar (a mesma quantidade dos dois lados para que a rolha ficasse balanceada) como peso na ponta dos dois palitos de churrasco. Colocamos a rolha em um lugar onde seus "braços" não encostassem na superfície, como numa garrafa, lata, em um copo virado de cabeça para baixo, etc. Para deixar o experimento mais interessante, você pode fazer várias rolhas e colocar uma em cima da outra, alterando os pesos de cada uma. Caso faça isso, prefira colocar as rolhas que estão com pesos mais pesados embaixo das que estão mais leves (imagem 1).

Ao fazer o experimento, você deve ter percebido que as rolhas balançam e se movimentam, mas ficam equilibradas e não chegam a cair. Isso acontece por causa do local do centro de gravidade. Mas o que seria isso?

Imagem 1 – Experimento 1



Fonte: Stela Maria Cavalcanti Silva (2020)

Centro de gravidade é onde o peso do objeto fica concentrado. Porém, esse ponto pode não fazer parte do corpo do objeto, como é o caso do nosso experimento, uma vez que os "braços" da rolha são mais longos que ela, e o peso está concentrado na ponta dos mesmos. Como estamos colocando os pesos nas pontas dos palitos, o centro de gravidade fica embaixo do ponto de apoio, que nesse caso seriam as "pernas" da rolha. E é por isso que as rolhas balançam até encontrar o seu equilíbrio.

Experimento 2: Planador equilibrista

Usamos um copo de isopor, um palito de churrasco, papelão, fita adesiva e arame para fazer esse experimento. Primeiro, furamos o centro do copo de isopor com o palito de churrasco e fizemos uma bola de massa de modelar, inserindo-a na ponta do palito no interior do copo. Em seguida, fixamos a massa de modelar à superfície em que o copo estava apoiado, deixando o palito o mais reto possível em posição vertical. Depois, cortamos o papelão de duas formas: em forma de ferradura, com 10 cm de diâmetro, e em forma de um bastão, com 15 cm de comprimento por 2 cm de largura. Assim, fixamos o bastão no centro da ferradura, na parte externa da mesma, e o arame em forma de "L" na parte interna, mantendo a ponta para baixo.

Equilibramos a ponta do arame na ponta do palito de churrasco. Para isso, acrescentamos pedaços de massinha de modelar nas pontas da ferradura, encontrando estabilidade no equilíbrio do objeto.

Imagem 2 – Experimento 2



Fonte: Stela Maria Cavalcanti Silva (2020)

Seguindo o mesmo princípio do experimento anterior, o corpo fica em equilíbrio por causa do centro de gravidade. Uma vez que o ponto de apoio está acima do centro de gravidade do objeto – que seria aproximadamente em um lugar médio entre as duas pontas da ferradura, onde colocamos os pesos –, o corpo tende a ficar equilibrado, mesmo estando apoiado em uma superfície muito estreita.

Experimento 3: Tripé resistente

Nesse experimento, utilizamos apenas três facas, três copos plásticos descartáveis e um copo com água (de preferência de plástico ou de isopor). Posicionamos os três copos virados de cabeça pra baixo, formando um triângulo equilátero. Organizamos as três facas para que cada uma ficasse com a ponta no centro dos copos, sobrepondo-as sobre a média da outra, formando um triângulo interno. Pegamos o copo com água e colocamos cuidadosamente sobre o triângulo formado pelas facas (imagem 3).

Imagem 3 – Experimento 3



Fonte: Stela Maria Cavalcanti Silva (2020)

As facas se sustentam, reciprocamente, umas nas outras de maneira que conseguem ficar apoiadas na superfície por apenas um extremo. O tripé é estável e consegue suportar objetos pesados. Para comprovar, colocamos em cima da estrutura um copo cheio de água.

Saiba mais



CAPÍTULO 6 – CINEMÁTICA

Tiago da Silva

A princípio, tive certa dúvida, pois o material que havia na minha caixa estava um pouco diferente do previsto. Alguns itens que constavam na lista pareciam faltar. Entretanto, posteriormente compreendi que esse era o intuito, a fim de que eu percebesse que aqueles materiais poderiam ser facilmente encontrados em casa. O que havia disponível me fez lembrar de experimentos importantíssimos que ajudaram na história da Física, e a possibilidade de simulá-los me deixou animado.

Os experimentos propostos têm como principais tópicos a conservação, a conversão, a transferência de energia e o equilíbrio, contemplando, assim, vários assuntos da cinemática vistos por alunos do 1º ano do Ensino Médio. Além disso, há um experimento simulado com muita carga histórica física que influencia fortemente a atualidade.

Como recursos para a elaboração dos experimentos temos 1 lata, elástico de escritório, 2 pilhas, fita adesiva, palitos, jogo de dominó, tira de borracha 60x1,2 cm, palito de churrasco, massa de modelar e régua.

Experimento 1: Lata mágica (acumuladora de energia potencial elástica)

No experimento, você usará uma lata (de leite em pó, por exemplo); um elástico, ou liga, de escritório; uma ou duas pilhas, dependendo do tamanho da sua lata; palitos e fita adesiva.

Faça dois furos na lata, um na tampa e outro na parte de baixo. Prenda as pilhas no meio do elástico usando a fita adesiva. Feito isso, passe as pontas do elástico pelos buracos feitos na lata, de modo que fique bem esticado, e prenda-as com os palitos e a fita. Pronto, sua lata acumuladora de energia potencial está pronta. Basta você colocá-la em alguma superfície e empurrá-la. A lata irá percorrer certa distância e irá voltar para você!

Isso acontece porque, ao aplicar certa quantidade de energia para que a lata se movimente, o peso que está dentro dela não acompanha esse movimento, permanecendo em estado de inércia. Porém, o elástico que está prendendo as pilhas começa a se contorcer e a acumular energia potencial elástica. Quando a energia cinética cedida por nós vira energia potencial elástica, a lata começa a receber novamente a energia cinética, porém no sentido contrário ao aplicado. Esse é um experimento super simples que mostra na prática as transformações de energia cinética em potencial e vice-versa.

Experimento 2: Efeito dominó

Usaremos nesse experimento: Um jogo de dominó, régua e cronômetro ou relógio.

Monte uma fila reta com as peças de dominó igualmente espaçadas. Ative o cronômetro junto com o impulso que dará início ao movimento e desative quando o último dominó cair. De posse dos dados do tempo e da distância total do percurso, calcule a velocidade média pela equação: $V = \text{Distância} / \text{Tempo}$. Faça esse mesmo procedimento com espaçamentos de 2 cm e 3 cm. Disponibilize, numa tabela, os seguintes dados: Espaçamento entre os dominós. Tempo da queda de todas as peças de uma fila. Distância total da fila de dominós. Velocidade média.

Esse experimento é capaz de trabalhar temas como colisões e conservação de energia, equilíbrio e velocidade média.

Experimento 3: Balança de torção (simulação/ilustração)

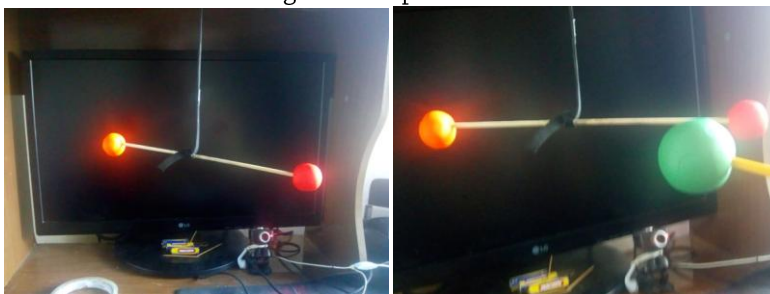
A balança de torção foi um instrumento inventado por John Michell e reajustado por Henry Cavendish. Com ela, Cavendish foi capaz de medir a massa da Terra e, conseqüentemente, a constante gravitacional **G**. Saber a massa da Terra sanou várias dificuldades na Física na época em que foi descoberta e ajudou com coisas do presente, como órbita de satélites. Portanto, o experimento a seguir traz tanto

conhecimento histórico quanto possíveis aprendizados para o futuro do aluno.

No experimento, serão usados: um palito de churrasco, uma tira de borracha e massas de modelar. Primeiro, pegue o palito e prenda uma bola de massa de modelar em cada extremidade. Depois, suspenda-o utilizando a tira de borracha. Quando as massas menores ficarem em equilíbrio, aproxime duas massas maiores do que aquelas presas no palito. Aproximando-as, a interação gravitacional entre elas produzirá uma variação no ângulo em que o palito está posicionado. Sabendo o valor desse ângulo que variou, será possível calcular a massa da Terra.

Imagens do experimento 3:

Imagem 1 – Experimento 3



Fonte: Tiago da Silva (2020)

As minúsculas variações na angulação são totalmente inconclusivas e descartáveis para resultados reais. Elas possivelmente ocorrem por conta de inúmeros fatores que influenciam no resultado, como peso das massas, peso do experimentador, sua respiração e transmissão de calor, entorno metropolitano, etc. Mas é uma simulação simples que, com algumas explicações, pode deixar bem claro um experimento importantíssimo da história da Física.

Saiba mais



CAPÍTULO 7 – ELETROSTÁTICA

Lucas Kawai Souto Maior de Melo

Não existe nada mais recorrente no nosso dia a dia do que a eletricidade, certo? O conhecimento dela é importantíssimo para a vida e o convívio. Ao estudar eletricidade, conseguimos ter mais cuidado e ser mais ágeis quanto a um problema, seja ele doméstico ou não. A Física nos mostra esse ramo de diferentes maneiras. Para saciar o conhecimento do Ensino Médio, a física elétrica é posta como uma breve introdução diante de todo seu vasto conteúdo, porém de maneira muito importante e rica. Os experimentos têm o teor de desmistificar a dificuldade sobre a eletrostática e abranger, com materiais de baixo custo, boa parte do assunto. De maneira descontraída e dinâmica, os experimentos listados abaixo advêm de um projeto voltado para os alunos e com os alunos, pois de maneira serena e divertida todos podem ser feitos e compreendidos.

De modo geral, as atividades aqui abordadas serão destinadas a alunos do 3º ano do Ensino Médio, pois se relacionam ao terceiro e último ramo da Física do ensino básico, a física elétrica. Porém, não é retirado o caráter atizador do experimento, podendo ser demonstrado para fascinar outras turmas e as deixarem curiosas para cursar o assunto. A praticidade dos experimentos a serem listados abre um leque de possibilidades tanto para os professores quanto para os alunos, facilitando o aprendizado por encantamento e estimulando o aprender brincando.

Como recursos para os experimentos utilizamos bexiga de ar, flanela, régua, papel de seda colorido, tesoura, copo descartável (ou lata de alumínio), duas moedas de 50 centavos e palitos de fósforo.

Experimento 1 – Cabo de guerra eletrostático

Com este experimento buscamos entender os conceitos básicos de carga elétrica de forma simples e divertida.

Separe duas bexigas de ar, uma para você e outra para um amigo ou familiar. Colete o copo descartável ou a lata de alumínio e posicione

entre você e o adversário. Após ambos encherem as bexigas, comecem a esfregá-las na flanela ou no próprio cabelo (lembrando que a flanela, o cabelo e a bexiga precisam estar completamente secos para o experimento funcionar). Por fim, cada um deve tentar puxar o copo (ou lata) para o seu lado do campo, iniciando, assim, a disputa. No fim, ambos serão agraciados pelo conhecimento adquirido (imagem 1).

Imagem 1 – Experimento 1



Fonte: Lucas Kawai Souto Maior de Melo (2020)

Tudo que é formado por átomos contém cargas. Como tudo o que conhecemos é formado por átomos, inclusive um palito de fósforo, bexigas e copo descartável (ou lata), todos os itens contêm elétrons (carga negativa), prótons (carga positiva) e nêutrons (carga neutra), assim como nossos cabelos. No experimento, quando esfregamos a bexiga nos cabelos, acontece um fenômeno chamado **eletrização por atrito**, que ocorre quando há uma perda ou um ganho de elétrons entre os corpos envolvidos, acarretando na eletrização da bexiga. Diante do princípio de atração e repulsão das cargas elétricas, podemos constatar a disputa acontecer.

Experimento 2 - Telepatia do palito

Com este experimento buscamos entender a natureza da matéria a partir das transferências de partículas por atrito.

Separe duas moedas e use uma de base para equilibrar a outra por cima (imagem 2), da seguinte forma:

Imagem 2 – Experimento 2



Fonte: Lucas Kawai Souto Maior de Melo (2020)

Em seguida, pegue o palito de fósforo e equilibre-o sobre a moeda na vertical (imagem 3), desse jeito:

Imagem 3 – Experimento 2



Fonte: Lucas Kawai Souto Maior de Melo (2020)

Com a base montada, separe o copo e ponha-o envolvendo os outros itens, de forma que o palito não encoste nas bordas do copo (imagem 4), da seguinte maneira:

Imagem 4 – Experimento 2



Fonte: Lucas Kawai Souto Maior de Melo (2020)

Por fim, encha a bexiga de ar e esfregue-a na flanela ou no cabelo. Após atritar, desfrute do experimento passando a bexiga perto do copo para entender a natureza das cargas quando o palito começa a se mexer como a agulha de uma bussola (imagem 5).

Imagem 5 – Experimento 2



Fonte: Lucas Kawai Souto Maior de Melo (2020)

Assim como no primeiro experimento, a natureza elétrica da matéria vai ser a mesma, iremos usar os mesmos princípios. Nesse caso em específico, a bexiga ganha elétrons do cabelo, ficando carregada eletricamente, ou seja, com eletricidade estática. Quando aproximamos essa bexiga do palito de fósforo, as cargas negativas do palito se afastam da bexiga, que está eletricamente carregada, enquanto as cargas positivas do palito se aproximam, realizando, assim, a atração do palito rumo à bexiga.

Saiba mais



CAPÍTULO 8 – VELOCIDADE MÉDIA

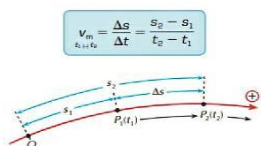
Thays Vitoria de Santana Cabral

Não posso começar esse capítulo sem antes falar como foi a experiência de receber uma caixa surpresa na minha residência e de descobrir o que tinha dentro. Foi impactante, de forma positiva, e me levou a perceber que o encantamento deve, sim, fazer parte da educação e do modo de ensinar.

Recebi a investigação 15, que me fez pensar em várias formas de lecionar um conteúdo de Física de modo simples e divertido. Tendo como objetivo encantar e desenvolver uma condição crítica e objetiva das competências e habilidades dos alunos, pensei em fazer um experimento no qual entendessem o que é velocidade média e como esse conhecimento poderia ser aplicado com recursos simples. Para isso, tive ajuda não só dos objetos que recebi, mas também do meu mentor, Fausto, que forneceu importantes orientações.

A partir disso, pude levantar alguns questionamentos, como: De que modo podemos aplicar o conhecimento sobre velocidade média no nosso cotidiano? Como ele pode nos ajudar a entender o que ocorre em uma corrida de fórmula 1? E em uma corrida de rua com os amigos?

Fazendo uma breve contextualização com a teoria, esses fenômenos estão relacionados à área da Física que estuda os movimentos, chamada de **cinemática**. É por meio dessa área que estudamos conceitos relacionados à velocidade. A velocidade média é uma grandeza física que nos permite saber a velocidade de um corpo em relação ao deslocamento e ao tempo que foram necessários para fazer o percurso, sua direção e seu sentido. Observe a fórmula abaixo:



O diagrama ilustra um movimento curvilíneo. Uma seta curva parte de um ponto O e passa por dois pontos, P₁(t₁) e P₂(t₂). O deslocamento Δs é representado por uma seta retilínea que conecta P₁ e P₂. Acima do diagrama, há uma caixa azul contendo a fórmula para a velocidade média.

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$$

Onde:

v_m : Velocidade Média

Δs : Variação do Deslocamento

Δt : Variação do Tempo

Δ : Variação

(Imagem tirada do livro **Fundamentos de Física do Ramalho**, V1, Ed:10)

Sabendo da teoria, as competências e habilidades que os alunos devem ter sobre esse assunto de acordo com a BNCC são:

- Analisar o papel da Física, no contexto histórico e contemporâneo.
- Representar grandezas, utilizando códigos, símbolos e nomenclatura específicos da Física.
- Construir e descrever modelos físicos que representem os fenômenos observados.
- Realizar atividades experimentais para propor e verificar hipóteses sobre os fenômenos, sistematizando, analisando os dados e produzindo relatórios.
- Estabelecer relações entre hipóteses, teorias e leis físicas.
- Reconhecer e realizar operações com grandezas escalares e vetoriais que caracterizam o movimento.

Vamos vivenciar esses tópicos na prática da nossa investigação e conceituar com o nosso cotidiano de forma simples e objetiva.

Este experimento foi pensado para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental e do 1º ano do Ensino Médio. O professor pode utilizá-lo tanto como uma análise diagnóstica, para começar a introduzir o assunto, quanto no final da abordagem do conteúdo. Além disso, o experimento pode ser feito em grupo ou individual, ficando a critério do professor decidir.

A investigação consiste em desenvolver um experimento relacionado ao conteúdo de velocidade média, utilizando materiais de fácil acesso. Os materiais utilizados para a criação do experimento são: trena, carrinho de fricção, duas fitas adesivas coloridas e cronômetro.

Primeiramente, para realizar o experimento, encontre uma superfície reta e lisa (de modo que o atrito seja o menor possível) de pelo menos 2 metros. Em seguida, marque o ponto inicial e o ponto final do percurso com fitas adesivas de cores diferentes para ajudar na visualização. Coloque a trena do ponto inicial até o final para marcar a distância que será percorrida pelo carrinho. Ao iniciar o cronômetro, deixe a corrida

começar. Assim que o carrinho ultrapassar a chegada, trave o cronômetro. Anote os dados de tempo e distância e, em seguida, repita esse procedimento com a mesma distância cinco vezes. Por fim, tire a média dos tempos encontrados, calculando a velocidade média do carrinho nesse percurso. Para outras distâncias, o procedimento será o mesmo (imagem 1).

Imagem 1 – Experimento 1



Fonte: Thays Vitoria de Santana Cabral (2020)

Imagem 2 – Imagem do experimento no deslocamento de 1 metro



Fonte: Thays Vitoria de Santana Cabral (2020)

Tabela 1: Tempos encontrados na	Resultado da velocidade média encontrada
T ₁ = 1,05 s	$V_{\text{médio}} = \text{distância percorrida}/\text{média de tempo para realizar o percurso.}$ $V_{\text{médio}} = 1\text{m}/ 1,23 \text{ s} = 0,81 \text{ m/s}$
T ₂ = 1,12 s.	
T ₃ = 1,39 s	
T ₅ = 1,19 s	
T ₅ = 1,39 s	
T _{médio} = 1,23 s	

Imagem 3 – Imagem do experimento no deslocamento de 2 metros



Fonte: Thays Vitoria de Santana Cabral (2020)

Tabela 1: Tempos encontrados na	Resultado da velocidade média encontrada
$T_1 = 3,54 \text{ s}$	$V_{\text{médio}} = \text{distância percorrida} / \text{média de tempo para realizar o percurso.}$ $V_{\text{médio}} = 2\text{m} / 3,70 \text{ s} = 0,54 \text{ m/s}$
$T_2 = 3,87 \text{ s}$	
$T_3 = 3,54 \text{ s}$	
$T_5 = 3,97 \text{ s}$	
$T_5 = 3,54 \text{ s}$	
$T_{\text{médio}} = 3,70 \text{ s}$	

Vimos que a velocidade média do mesmo carrinho foi diferente em cada situação. Isso ocorreu porque a distância percorrida e o tempo gasto também não foram os mesmos. Assim, podemos chegar à conclusão de que a velocidade média depende da distância e do tempo cronometrado.

Ao realizar o experimento, pode ser que ocorram alguns problemas relacionados ao cronômetro, à superfície escolhida e ao manuseio do carrinho. Desconsidere todos os tipos de atrito que possam ter prejudicado na coleta das informações.

Esse experimento pode ser feito de várias formas e com vários objetos diferentes. Isso ficará a critério de quem vai orientar e realizar o experimento. Agora você pode encontrar sua velocidade média quando caminhar até a escola ou até a do seu amigo. Divirta-se!

Abaixo, algumas opções de atividades que podem ser feitas com os mesmos recursos do experimento anterior:

Opção 1: Conservação de energia. Será necessária uma estrutura de rampa que pode ser feita com blocos de livros.

Opção 2: Coeficiente de atrito. Serão necessárias várias superfícies diferentes. Mostre sua criatividade.

Saiba mais



CAPÍTULO 9 – ONDULATÓRIA, PRESSÃO E EQUILÍBRIO

Ruan Marinho Cunha de Barros

Vamos desvendar os mistérios que a Física nos apresenta no dia a dia utilizando um equipamento bastante comum e barato para explicar estruturas "complexas" e caras. Isso nos deixará mais seguros de que a Física não é só uma prática laboratorial dominada por cientistas, mas uma prática possível em qualquer ambiente, basta ter um olhar crítico.

A atividade é voltada para alunos que estejam no processo de aprendizagem dos 1º e 2º anos do Ensino Médio e para aqueles que desejam encontrar novos conhecimentos sobre partes específicas da Física.

Como recursos para a realização dos experimentos utilizaremos fita adesiva, palitos de churrasco, massa de modelar, linha de crochê, garrafa de 1 litro de água.

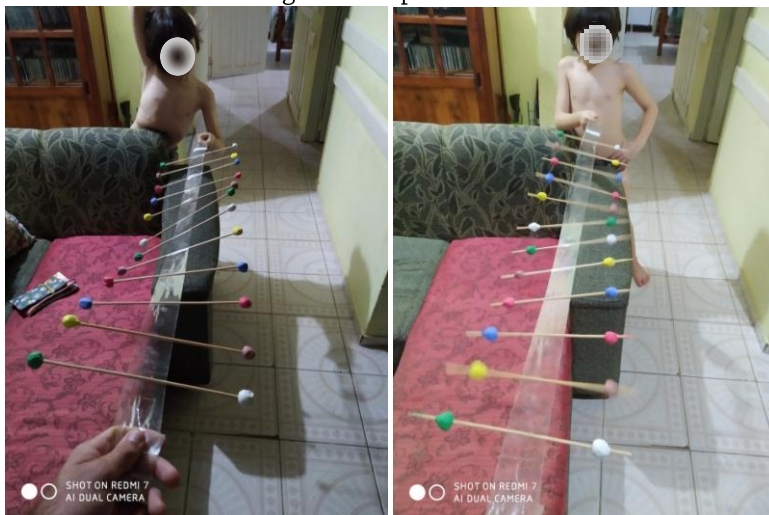
Experimento 1: Ondulatória nos palitos de churrasco (centopeia)

Pegue 10 ou mais palitos de churrasco e os enfileire com uma distância de 10 a 15 cm, cole a fita durex por cima e por baixo. Deixe um pedaço de fita nas extremidades para conseguir segurar melhor a centopeia. Garanta que todos os palitos irão ficar igualmente divididos dos dois lados. Divida as massas de modelar no meio e faça bolinhas. Coloque uma bolinha em cada extremidade dos palitos. Agora estique a centopeia e faça ela vibrar (imagem 1).

Vemos que a movimentação da estrutura é semelhante à de uma onda mecânica, que é uma perturbação que acontece em um meio material. Observamos que, ao esticar a centopeia e perturbar uma das extremidades, a onda se propaga indo a um lado e depois voltando para o lado da perturbação. Esse fenômeno é chamado de **reflexão de onda** com a extremidade fixa. Ao incidir na extremidade da estrutura, a onda aplica uma força nessa extremidade fixa que reage sobre a centopeia pelo

princípio de ação e reação. Então, a onda é refletida no sentido contrário. Diminua a distância entre as massas de modelar nos palitos. Garanta que as massas estarão à mesma distância do centro dos palitos (imagem 1).

Imagem 1 – Experimento 1



Fonte: Ruan Marinho Cunha de Barros (2020)

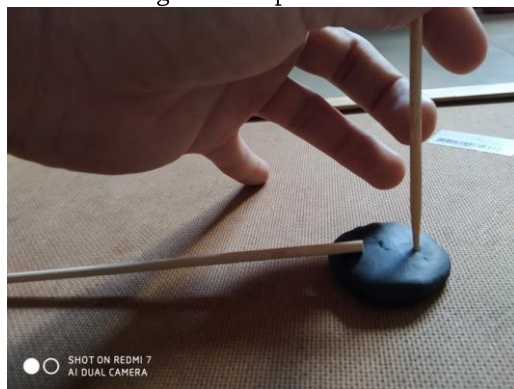
Quando esticar a centopeia novamente e perturbar uma das extremidades, a onda irá se propagar com uma velocidade diferente do primeiro exemplo. O que ocorre é o fenômeno da **refração de onda**, que é a mudança de velocidade de propagação no momento em que a onda muda de meio. Quando diminuimos a distância das massas é como se estivéssemos mudando o meio em que a onda irá se propagar.

Experimento 2: Conceito de pressão na massa de modelar

Pegue uma massinha de modelar e deixe-a em formato de esfera. Amasse a massinha, deixando-a em formato cilíndrico. Depois, largue-a em uma superfície lisa. Agora, pegue o palito (que, no caso desse exemplo, é de churrasco, mas pode ser qualquer palito). Pressione a massinha com a ponta do palito, como na (imagem 2). Pressione a massinha com a lateral do palito, como na (imagem 3). Note que é

perceptível a diferença na suavidade quando enfiamos o palito na massinha de modos diferentes.

Imagem 2 – Experimento 2



Fonte: Ruan Marinho Cunha de Barros (2020)

Imagem 3 – Experimento 2



Fonte: Ruan Marinho Cunha de Barros (2020)

Entenda, agora, o porquê dessa diferença de sensação. A resposta está diretamente ligada ao conceito de pressão. Por meio desse experimento, podemos refletir sobre as perguntas: Por que um prego precisa ter uma ponta fininha? Por que a agulha tem uma grossura tão pequena? Por que nadadores mergulham em flecheiros? Por que foguetes tem um bico pontudo? A resposta é a mesma para todos esses

questionamentos: porque a pressão vai se tornando maior à medida que vamos diminuindo a área dos objetos.

Nossa sensação não nos engana, fica mais fácil furar a massinha com a ponta do palito do que com a lateral, pois a área da ponta é bem menor do que a área da lateral do palito. Para as outras perguntas, a mesma resposta: quanto mais fina é a ponta, mais fácil é furar a madeira com o prego, o pano com a agulha, a água com o flecheiro e o ar com o foguete.

Experimento 3: Alavanca com palitos de churrasco

Encha uma garrafa de 1 litro com água. Amarre a boca da garrafa com a linha de crochê em formato de “O”, como na figura. Pegue três palitos. Apoie um dos palitos sobre uma superfície plana, a uma distância do chão que dê para a garrafa ficar pendurada. Vamos chamar de palito 1 (imagem 4).

Prenda o palito 1 na superfície com algo que tenha bastante peso (no caso desse exemplo, foi usado um peso de mergulho, que tem cerca de 5 kg). Deixe metade fora e metade dentro da superfície plana. Pendure a garrafa no centro do palito 1.

Agora, pegue um dos palitos que sobraram e prenda no centro do fio, entre o palito de apoio e a garrafa, como na (imagem 5). Vamos chamar de palito 2.

Apoie o último palito nos outros dois, como na (imagem 6). Vamos chamar de palito 3. Basta tirar o peso de cima do palito 1.

Notamos que a estrutura permanece imóvel, como se não tivéssemos tirado o peso de cima do palito 1. Parece mágica, não é? A resposta para essa mágica é a mesma que explica o funcionamento do macaco de levantar carro, do pé de cabra, da maçaneta de porta, da tesoura, da vara de pescar, do quebrador de nozes e do martelo.

Notamos que a estrutura permanece imóvel, como se não tivéssemos tirado o peso de cima do palito 1. Parece mágica, não é? A resposta para essa mágica é a mesma que explica o funcionamento do

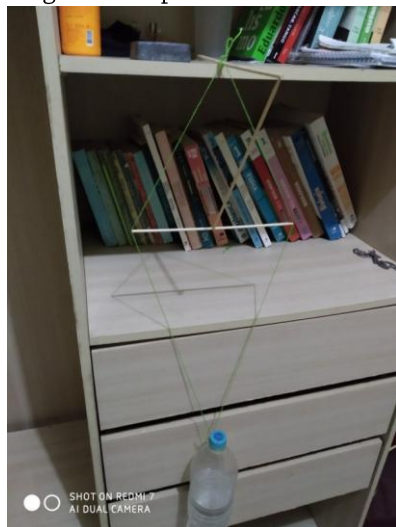
macaco de levantar carro, do pé de cabra, da maçaneta de porta, da tesoura, da vara de pescar, do quebrador de nozes e do martelo.

Imagem 4 – Experimento 3 – Palito 1



Fonte: Ruan Marinho Cunha de Barros (2020)

Imagem 5 – Experimento 3 – Palito 2



Fonte: Ruan Marinho Cunha de Barros (2020)

Notamos que a estrutura permanece imóvel, como se não tivéssemos tirado o peso de cima do palito 1. Parece mágica, não é? A resposta para essa mágica é a mesma que explica o funcionamento do macaco de levantar carro, do pé de cabra, da maçaneta de porta, da tesoura, da vara de pescar, do quebrador de nozes e do martelo (imagem 7).

Imagem 7 – Experimento 3



Fonte: Ruan Marinho Cunha de Barros (2020)

O sistema que nós utilizamos nesse experimento é o de alavanca, que seria uma estrutura com formato de reta (no caso, o palito 1) que se escora em um certo ponto, basta imaginar uma gangorra equilibrada.

A eficiência de uma alavanca está no ponto de equilíbrio, no local onde colocamos seu apoio. Imagine uma gangorra com um ponto de apoio em seu centro. Para estar equilibrada, é necessário o mesmo peso dos dois lados. Imagine, agora, uma gangorra com um ponto de apoio mais perto de uma das extremidades. Para que haja equilíbrio, é necessário um peso maior na extremidade mais próxima do ponto de apoio, enquanto do outro lado o peso exercido pode ser bem menor.

O palito 2 consegue apoiar o palito 3 graças ao peso feito pela garrafa, causando uma tensão nos dois lados da linha, prendendo o palito 2. O palito 3 serve como uma força que aplicamos para cima e que escora uma extremidade do palito 1, forçando um ponto de equilíbrio entre a linha e a extremidade apoiada pelo palito 3. O ponto de equilíbrio está mais perto da extremidade do palito 3 do que da extremidade da superfície. Por isso, quanto mais longe a linha estiver do palito 3, menos peso fará sobre ele.

Saiba mais



CAPÍTULO 10 – CAMPO ELETROMAGNÉTICO

Luiz Antonio Souza De Lima Ribeiro

Uma das competências gerais da BNCC sobre a educação básica fala sobre exercitar a curiosidade intelectual, estimulando a reflexão e o senso crítico. Considero que minhas atividades atinjam esse objetivo, uma vez que a visualização dos experimentos gera encantamento ao estudante, que conecta aquela visualização real ao conteúdo teórico.

Além disso, o estudo de campo magnético e linhas de campo cria uma base teórica para, em futuras aulas, discutir o funcionamento de bobinas, motores e outros dispositivos. Esse entendimento faz parte da habilidade (EM13CNT107) da BNCC para o Ensino Médio. O objetivo principal é introduzir a discussão e reflexão sobre campos magnéticos, abrindo um leque de possibilidades para futuras aulas por meio da visualização prática desses campos.

De acordo com Paro (1999), as escolas estão ligadas a uma educação alienadora, voltada a criar força de trabalho para o mercado, aonde os membros componentes da comunidade escolar quando perguntados em pesquisas de campo sobre qual o papel da escola, respondem sempre com explicações associadas ao trabalho. Paro (1999, p. 108), ainda ressalta “o programa de vida das camadas de trabalhadores é quase nada para o viver bem de que falamos anteriormente e quase tudo para o apenas viver, ou pior, para o não morrer”.

Dessa forma, a educação no sistema capitalista se baseia na transmissão de conteúdos prontos em um modelo tecnicista de ensino, voltado para a criação de operários cujo trabalho obedece a lógica de opressão do mercado, e estabelece uma relação de dominação entre indivíduos, ao invés de colaboração, como discute Paro (1999), Saviani (1999, p. 25-27) explica o funcionamento da pedagogia tecnicista:

Sua base de sustentação teórica desloca-se para a psicologia behaviorista, a engenharia comportamental, a ergonomia, informática, cibernética, que têm em comum a inspiração filosófica neopositivista e o método

funcionalista. Do ponto de vista pedagógico conclui-se, pois, que se para a pedagogia tradicional a questão central é aprender e para a pedagogia nova aprender a aprender, para a pedagogia tecnicista o que importa é aprender a fazer. [...] Todas as reformas escolares fracassaram, tornando cada vez mais evidente o papel que a escola desempenha: reproduzir a sociedade de classes e reforçar o modo de produção capitalista.

O próprio estado age como um núcleo de administração de empresa, atendendo os interesses da classe dominante, e tenta-se cada vez mais incorporar os mecanismos de corporações, Paro (1998, p. 304) critica essa forma que o estado atua:

Por isso, é preciso refutar, de modo veemente, a tendência atualmente presente no âmbito do estado e de setores do ensino que consiste em reduzir a gestão escolar a soluções estritamente tecnicistas importadas da administração empresarial capitalista. Segundo essa concepção, basta a introdução de técnicas sofisticadas de gerência próprias da empresa comercial, aliada a treinamentos intensivos dos diretores e demais servidores das escolas para se resolverem todos os problemas da educação escolar.

Mesmo que tivéssemos, na composição de uma escola, a melhor gestão escolar e os melhores professores do planeta, essa ainda enfrentaria fortes obstáculos, lembremos da PEC do teto de gastos, que congelou investimentos em saúde e educação por 20 anos. Então devemos conhecer nossa realidade, e apontar os verdadeiros responsáveis, para não culparmos os professores, principalmente aqueles que ainda conseguem, dentro das limitações da escola, criar novos horizontes e alternativas para os alunos, tentando estimular o senso crítico, e desenvolver o pensamento para além dos moldes educacionais neoliberais.

Por um lado, é preciso considerar que os problemas que afligem a educação nacional têm sua origem, fundamentalmente, não na falta de esforços ou na

incompetência administrativa de nossos trabalhadores da educação de todos os níveis, mas no descaso do Estado no provimento de recursos de toda ordem que possam viabilizar um ensino escolar com um mínimo de qualidade. Não é possível administração competente de recursos se faltam recursos para serem administrados. (PARO, 1998, p.304)

Como o sistema baseia-se no lucro a partir da exploração do homem pelo homem, não é desejo da burguesia educação gratuita de qualidade para todos, e sim que a escola dê retornos na economia, é mais importante que a educação sirva ao mercado do que haja uma formação escolar que atualize de forma histórico-cultural o indivíduo (Paro, 1999), ou seja, muitas vezes a escola tem esse viés econômico como seu grande norteador, enquanto a burguesia puxa as cordinhas, “O executivo no Estado moderno não é senão um comitê para gerir os negócios comuns de toda a classe burguesa” (MARX e ENGELS, 1998, p. 42), assim a vida da classe trabalhadora equivale para eles uma mera transação.

A educação está ligada a uma concretude histórica. No nosso momento histórico, ela tem por objetivo a alienação para a exploração. Para podermos tornar a educação um meio de desenvolvimento intelectual, físico e científico, é preciso superarmos o sistema capitalista, “o moderno Estado representativo é o instrumento que se serve o capital para explorar o trabalho assalariado” (ENGELS, 1984, p. 194), a própria estrutura do sistema que vivemos demanda esse tipo de escola.

[...]precisamos ter a coragem de romper completamente com a ordem educacional vigente. Pôr de lado as soluções herdadas do passado remoto ou recente [...] devemos ter a audácia de lançar as bases de uma política educacional adequada às condições da sociedade brasileira e aos nossos desígnios de autonomia nacional e de desenvolvimento econômico, sociocultural e político. Cumpre fixar os caminhos de nossa revolução educacional. Já perdemos muito tempo com soluções paliativas e com remendos engenhosos, mas inúteis e ridículos. (FERNANDES, 1975, p.66)

Digo tudo isso para ajudar os professores que atualmente lecionam ou pretendem lecionar, mas sem esquecer de estimulá-los à militância revolucionária e ao entendimento de que a aplicação desses experimentos, por iniciativa própria, contra o apoio do estado e as vezes da própria escola, é um trabalho difícil, e apesar de atingir seus futuros ou atuais estudantes, além de andar na contramão temos que lutar para ter esse efetivo apoio, é importante o entendimento que soluções como essas são propiciadas pelas condições que enfrentamos. Para que um dia atinjamos uma educação de qualidade para todos, é necessária uma luta coletiva, a atuação no movimento sindical é tão importante quanto o voto. Precisamos superar o capitalismo no futuro, enquanto isso não acontece, é importante criar bases de participação popular da classe trabalhadora em defesa de direitos, é importante se organizar para além da sala de aula.

E, assim como o foi – e na medida em que os fundamentos centrais que movem a ordem burguesa e que reproduzem suas contradições e antagonismos estruturais continuam intactos (ainda que com novas roupagens) –, sustento que, a despeito de toda a indiscutível crise por que passa, o partido foi e continua sendo o principal instrumento coletivo de classe que pode, historicamente, ser o dirigente do processo revolucionário. As notórias dificuldades atuais não retiram do partido esta condição. O momento contra-revolucionário em que vivemos é expressão também da crise de instrumentos políticos de mediação universal, marcadamente aqueles que se peculiarizam pela elevação das diversas lutas das massas trabalhadoras a uma condição política maior, conectando-as às lutas que põem em questão os fundamentos principais que constituem e que reproduzem a ordem burguesa. (BRAZ, 2006, p.19)

Deixando isso claro, destaco a utilidade desses experimentos que são possíveis de serem realizados com materiais baratos e fáceis de encontrar em casa. O sucateamento é uma realidade, e é possível

reproduzir os experimentos nas escolas devido a facilidade de conseguir esses materiais, tendo efeitos que encantam e esclarecem os estudantes, que normalmente não estão acostumados com esse tipo de abordagem.

Eles permitem uma visualização da teoria sobre campo magnético e são voltados para alunos de ensino médio após feita a discussão sobre a definição de linhas de campo de um ímã. Foi uma experiência bastante gratificante ter incentivo e ajuda de meus mentores para participar desse projeto, além de ter sido um ótimo sentimento entender a física na prática, você também pode sentir isso, e tornar a física interessante para seus estudantes, principalmente sobre esse conteúdo que aborda forças denotadas por vetores e esquemas nos livros. Esses farão muito mais sentido depois de você incluir a prática em suas aulas.

Como recursos para estes experimento utilizaremos ímã, copo de vidro, prato, óleo, esponja de aço, tesoura, peneira, palitos de fósforo e folha de papel.

A caixa encantadora também possuía outros materiais além dos citados anteriormente, com os quais havia a possibilidade de formar uma bússola caseira. Preferi, entretanto, utilizar experimentos em sequência didática que facilitem a observação do campo magnético de um ímã. É importante destacar que o curador que orientou meu projeto, Rodrigo Barbosa, enviou-me diversos vídeos, desde trens-bala até combinações de ímãs, formando conjuntos interessantes de serem vistos. A visualização desses vídeos abriu um leque de possibilidades do que eu poderia discutir nesse capítulo, de maneira geral, dentro do estudo de campo magnético. É possível não só selecionar e reproduzir um dos experimentos exibidos, mas também discutir os vídeos em sala de aula, aprofundando a explicação física dos fenômenos observados.

A partir dos recursos, escolhi dois experimentos sequenciais. O primeiro tornará possível a observação das linhas de campo a partir do rastro do pó de ferro na folha com um ímã por baixo. O desenho formado por essa interação é similar ao que é visto nos livros, as linhas de campo saindo de uma extremidade do ímã indo em direção à outra. No segundo experimento, será produzido ferro fluido, que irá interagir com o ímã. Devido a isso, pontas serão formadas, que são indicadores no

espaço tridimensional para onde apontam as linhas de campo do ímã que beira o copo.

Para que a investigação seja bem-sucedida, é preferível que seja utilizado um super ímã de neodímio, cujo campo magnético é mais poderoso. Esse ímã causará, no segundo experimento, pontas maiores e mais fáceis de serem observadas. Além disso, na formação do ferro fluido, é essencial colocar o óleo aos poucos, enquanto é feita a checagem gradual da consistência do produto, buscando um estado físico quase líquido. Isso quer dizer que a quantidade de óleo utilizada dependerá da quantidade de pó de ferro produzido no experimento anterior.

Já para o primeiro experimento, alguns cuidados devem ser tomados. Primeiramente, é importante desenrolar bem a esponja de aço, pois isso possibilita que ela queime uma área maior da superfície e evita que certos “nós” da lâ de aço não sejam queimados. Ademais, caso seja utilizada uma peneira maior que a boca do copo, é importante colocar um prato por baixo, com objetivo de recuperar o pó de ferro que não cair dentro do copo. Esse resto deverá, posteriormente, atravessar a peneira em direção ao copo, para garantir que o pó de ferro seja composto de partículas pequenas. Esses cuidados devem garantir eficiência na realização prática dos experimentos.

Experimento 1: Pó de ferro

Nesse experimento, será produzido pó de ferro caseiro e, a partir dele, serão observadas as linhas de campo.

Desenrole a esponja de aço e corte uma parte de forma que os fios da lâ de aço não fiquem tão concentrados. No prato, coloque a lâ de aço e, com o fósforo, queime-a o máximo que conseguir (imagem 1).

Imagem 1 – Queimando a lã de aço.



Fonte: Luiz Antonio Souza De Lima Ribeiro (2020)

Coloque a peneira sobre o copo e peneire a lã de aço queimada, formando um pó de ferro (imagem 2).

Imagem 2 – Peneirando.



Fonte: Luiz Antonio Souza De Lima Ribeiro (2020)

Repita o processo até ter uma quantidade suficiente de pó de ferro (imagem 3). Coloque o ímã por fora do copo e observe a reação do pó de ferro (imagem 4).

Imagem 3 – Pó de ferro



Imagem 4 – Reação do pó de ferro



Fonte: Luiz Antonio Souza De Lima Ribeiro (2020)

Para observar as linhas de campo sobre superfície reta coloque o ímã sobre uma superfície reta. Coloque o papel sulfite sobre o ímã e derrame o pó de ferro sobre o papel para visualizar as linhas magnéticas de modo bidimensional (imagem 5).

Imagem 5 – Linhas magnéticas.



Fonte: Luiz Antonio Souza De Lima Ribeiro (2020)

Experimento 2: Ferro fluido

Nesse experimento será formado o ferro fluido e observada a interação dele com o ímã, assim, despeje colheres de sopa de óleo no copo com o pó de ferro.

Imagem 6 – Óleo com pó de ferro.



Fonte: Luiz Antonio Souza De Lima Ribeiro (2020)

Misture o pó de ferro no óleo até formar uma pasta de consistência quase líquida (imagem 7). Repita o processo caso a consistência não esteja correta. Então, passe o ímã por fora do copo e observe as linhas de campo de modo tridimensional (imagem 8).

Imagem 7 – Mistura

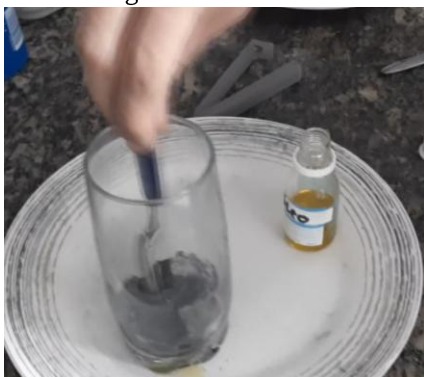


Imagem 8 – Ferro fluido.



Fonte: Luiz Antonio Souza De Lima Ribeiro (2020)

Saiba mais



CAPÍTULO 11 – REFRAÇÃO E REFLEXÃO

Daniele Gomes Coutinho

Trabalhar com ensino de Ciências nem sempre é uma tarefa fácil. Quando falamos de ensino de Física, devemos ter ainda mais atenção, pois, das matérias que englobam às ciências da natureza, ela é a mais temida. Os alunos costumam sempre nos questionar o porquê de estudar Física, em que situações do cotidiano eles poderão utilizar esse conhecimento, etc. Essas são algumas das perguntas que inquietam o professor, pois nem sempre temos respostas prontas.

Entretanto, o ensino de Física pode se tornar prazeroso no momento em que entendemos como as teorias e os fenômenos, por vezes complicados, fazem parte do nosso dia a dia. Podem, inclusive, ajudar-nos a explicar um universo de coisas que ainda não conhecemos.

Com a pandemia da Covid-19 neste ano de 2020, a forma como se ensina e aprende não somente Física, mas as ciências como um todo, teve que ser repensada pela comunidade escolar. Mais do que nunca se tornou evidente que não podemos aprender Física da mesma forma que antigamente. Percebemos que propor um ensino mais encantador e criativo, fazendo o aluno pôr a mão na massa, é de fundamental importância. Klajin (2002) *apud* Lopes salienta que os alunos do Ensino Médio não têm interesse na Física ensinada apenas por meio de aulas expositivas. Eles anseiam por diferentes metodologias de ensino, entre as quais podemos citar os experimentos e jogos.

Pensando nisso, neste capítulo iremos propor algumas atividades que despertem a curiosidade nos alunos ao mesmo tempo em que visem observar e analisar alguns fenômenos relacionados a refração e reflexão. De modo interdisciplinar com biologia e geografia, buscaremos fazer com que o aluno se encante pela Física, provando que é possível fazer ciência com objetos que temos em casa.

Para esquentar os motores, já podemos pensar em algumas curiosidades que acontecem em nosso cotidiano, mas que nem sempre paramos para analisar o porquê de estar acontecendo. Por isso, convido você a se questionar: Por que, ao colocar um objeto na água, temos a ilusão de que ele foi encurvado? Por que, em dias quentes, vemos a pista molhada, mas ao chegar perto está seca? Como é de fato o funcionamento de um microscópio? E de uma lupa? Ao final deste

capítulo, será possível responder a essas e outras perguntas, e você está convidado a embarcar nessa aventura!

As seguintes atividades são destinadas para alunos que estão cursando o 2º ano do Ensino Médio ou para qualquer pessoa que se interesse por ciência e queira descobrir um pouco sobre os fenômenos da natureza.

Quando trabalhadas em sala de aula, o professor poderá propor que essas atividades sejam introdutórias, para que os alunos observem os fenômenos e tentem criar explicações com o que já sabem. Além disso, pode propor também, após abordada a teoria, que os estudantes observem como esses fenômenos acontecem na prática. As duas formas são interessantes. A escolha entre elas dependerá de qual objetivo o mediador tem para aquela aula.

As atividades propostas foram feitas com os recursos oferecidos pela caixa 7, que dispõe de: água (obter em casa), 2 copos de vidro grandes transparentes (obter em casa), poliacrilato de sódio incolor e colorido, copo ou qualquer vidro cilíndrico (obter em casa), papel sulfite, pilotos de cores diferentes, tesoura, garrafa PET transparente com tampa, apontador *laser*, recipiente raso (obter em casa), seringa, água suja (obter em casa), 2 copos maiores que a seringa, tubo de ensaio, bexiga, elástico, água limpa (obter em casa).

Com a chegada da caixa 7, fui tomada pela curiosidade, pois percebi que ali tinham diversos elementos que eu gostava de trabalhar e que poderiam ser facilmente utilizados para experiências da Física. Logo de início, encantei-me pelas bolinhas que incham na água, pois sempre gostei desse objeto. Por isso, decidi que faria algum experimento com aquilo. Tentei algumas possibilidades, mas não achei que estavam tão completas como gostaria. Foi aí que resolvi contatar meu curador (Matheus Levi) para me ajudar. Ele me mostrou algumas possibilidades e, a partir disso, comecei a pensar nos experimentos. Assim, a seguir apresentarei as experiências que podem ser feitas com os recursos da caixa 7.

Experimento 1: Invisibilidade e refração da luz

Neste experimento pretendemos estudar o índice de refração de um objeto ao sair do ar para água.

Utilizaremos como recursos, água, 2 copos de vidro grandes transparentes, apontador *laser*, poliacrilato de sódio incolor (bolinhas que incham na água).

Etapa 1 - Pegue um dos copos de vidro, coloque água e as bolinhas dentro e espere crescerem (isso pode demorar um pouco).

Etapa 2 - Com as bolinhas já crescidas, pegue o apontador *laser* e aponte para o copo em diversos sentidos: de baixo para cima, da direita para esquerda e vice-versa. Observe o caminho que a luz que sai do *laser* faz. Ela faz curvas ou segue uma linha reta? (imagem 1)

Etapa 3 - Em seguida, pegue as bolinhas que estavam dentro da água no copo 1 e transfira para o copo 2, mas agora sem inserir água. Novamente aponte o *laser* em diversas direções e observe o que acontece. A luz faz curvas ou segue uma linha reta? (imagem 2)

Imagem 1 – Refração da luz na água.



Fonte: Daniele Gomes Coutinho (2020)

Imagem 2 – Refração da luz no ar e água.

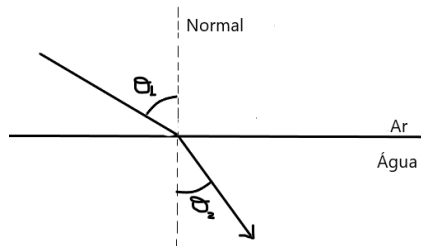


Fonte: Daniele Gomes Coutinho (2020)

Ao finalizar o experimento, você irá perceber que, no primeiro momento, quando as bolinhas estavam dentro da água, a luz que saía do *laser* seguia uma linha reta. Já quando não estavam imersas, a luz fazia curvas ao sair do ar para as bolinhas. Mas por que isso acontece?

Como a bolinha é praticamente feita de água, consideramos que ela tem o mesmo índice de refração desta, por isso a luz não desvia e as bolinhas ficam transparentes. Já quando são retiradas da água, as bolinhas ficam imersas no ar, que tem um índice de refração diferente. Consequentemente conseguimos perceber as bolinhas e a luz faz curvas. Na imagem a seguir, é possível perceber como a luz se comporta ao sair do ar para a água. (imagem 3)

Imagem 3 – Refração da luz no ar e água.



Fonte: Daniele Gomes Coutinho (2020)

Essa atividade pode ser introdutória. Antes de falar das leis da refração, instigue os alunos a pensarem um pouco sobre o assunto. Ao aplicar a experiência, deixe-os sentirem a curiosidade do experimento, estimule-os a se perguntarem por que, no primeiro momento, a luz não fez curva e, no segundo, isso aconteceu. A partir disso, incentive-os a procurarem respostas, para então abordar de fato o conteúdo.

Para ir mais além, depois de abordado e debatido o conteúdo de refração, é possível trabalhar sobre a refração da luz na atmosfera, explicando como acontece o fenômeno das miragens, presentes em nosso cotidiano.

Experimento 2: Microscópio Laser

Neste experimento pretendemos estudar o funcionamento do microscópio.

Utilizaremos como recuso, uma seringa, apontador *laser*, água suja, dois copos maiores que a seringa e elástico ou fita.

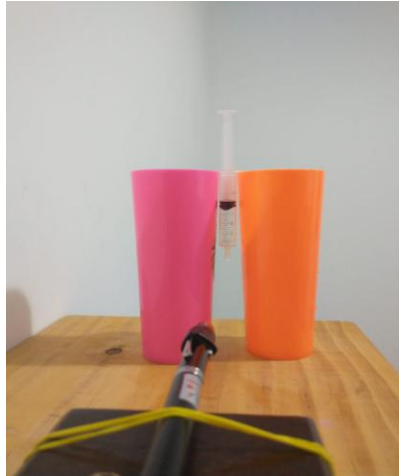
Etapa 1 - Separe a água que será analisada. Em seguida, encha a seringa com essa água e aperte o êmbolo com cuidado até formar uma gota.

Etapa 2 - Posicione os dois copos um ao lado do outro, numa distância que consiga pendurar a seringa sem deixar a gota cair.

Etapa 3 - Pegue o elástico ou fita e prenda o botão do *laser*. Isso servirá para que o experimento fique fixo. Então, escolha uma parede e ajuste o *laser* para que a luz dele passe exatamente por dentro da gota. (imagem 4)

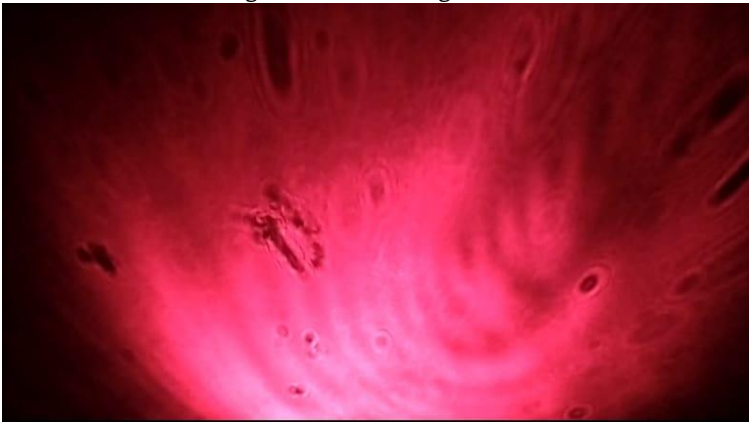
Etapa 4 - Apague a luz e veja o que tem na gota de água. (imagem 5)

Imagem 4 – Montagem do experimento.



Fonte: Daniele Gomes Coutinho (2020)

Imagem 5 – Micro-organismos .



Fonte: Daniele Gomes Coutinho (2020)

Para um melhor resultado do experimento, pode-se criar uma base para posicionar o *laser* empilhando livros ou que tiver em casa, afim de que o feixe de luz fique na altura exata e incida na gota. Também é importante ressaltar que é necessário prender o botão do laser com o elástico ou fita, de modo que a luz fique fixa. Caso isso não ocorra, a qualidade da imagem formada pode ser de baixa qualidade, uma vez que segurar o *laser* apenas com a mão causa instabilidades. Tendo todos

esses cuidados, é possível observar alguns micro-organismos que estão presentes na água.

Diante disso, devemos, então, nos perguntar: por que conseguimos ver essa imagem ampliada apenas com uma gota de água? Isso acontece porque a gota se comporta como uma lente esférica biconvexa. Sua função é formação de imagens, modificando os raios de luz que nela incidem e a trajetória desses raios por meio da refração da luz. Quando a luz do *laser* passa do ar para a água (gota), esse fenômeno acontece, e os raios que saem da lente (gota) convergem e depois se espalham, projetando-se na parede.

Essa atividade desperta diversas vertentes. Ela pode ser introdutória, para que os alunos observem o funcionamento desse microscópio partindo em seguida para a física por trás desse experimento. Mas também pode ser trabalhada após explicação da teoria, de modo que os alunos poderão ver na prática como acontece e perceber que, apesar de o microscópio ser um instrumento encontrado apenas em laboratório, é possível replicá-lo em sala com materiais de baixo custo. Aqui o professor poderá abordar também sobre os outros instrumentos ópticos que se estudam na Física, como a lupa, luneta e o telescópio. Para esses dois últimos, poderia trazer animações que mostrassem o funcionamento, desse modo a mesma aula teria diversas abordagens.

Além disso, pode se tornar um projeto interdisciplinar junto ao professor de biologia, que pode falar sobre os micro-organismos presentes na água e o impacto que eles têm em nossa vida, analisando quais doenças podem ocorrer caso a água não chegue filtrada e limpa nas residências da população. Também é possível trabalhar junto ao professor de geografia, que pode propor um projeto aos alunos que vise analisar a água da comunidade ao redor da escola. A partir disso, os estudantes deverão buscar propostas de intervenção para a melhoria da água que chega na casa dessa comunidade.

Diante disso, acredito que podemos perceber na prática que é possível fazer ciência com poucos materiais. Como dito no começo, trabalhar com ensino de Física não é uma tarefa fácil, mas tudo depende do olhar que damos para esse ensino. Estamos trabalhando com a formação de outras pessoas, e isso precisa ser pensado da melhor maneira possível. No futuro, o aluno, mesmo que não lembre de todas as

fórmulas ou teorias da Física, poderá ser tocado pelas experiências que foram propostas na aula. E isso foi justamente o que aconteceu com esse projeto das caixas. Podemos até no futuro não lembrar de todos os conceitos que aprendemos nas aulas de Metodologias Ativas e Inovadoras, mas tenho certeza de que sempre lembraremos desse momento, pois sabemos que foi pensado e organizado com muito carinho para cada aluno.

Saiba mais



CAPÍTULO 12 – TENSÃO SUPERFICIAL

Danilo Henrique Nascimento de Melo

A Física é uma das ciências mais encantadoras que existem, pois, por meio dela, consegue-se esclarecer diversos fatores que aparentemente se mostram inexplicáveis. Neste capítulo, há a junção de duas ciências, a Física e a Química, que, ao unirem forças, conseguem explicar diversas façanhas da natureza. Por exemplo: Por que alguns pequenos animais conseguem andar sobre a água? Por que se formam as gotas d'água? Por que pequenos objetos, mesmo mais densos que a água, conseguem flutuar? Por que utilizamos detergentes para higienização das coisas, e não só água? Convido você a entender e descobrir algumas dessas respostas a partir do assunto tratado nesse capítulo: tensão superficial.

Os experimentos aqui expostos têm como objetivo tornar a aula um pouco mais lúdica e divertida e fazer o aluno buscar desvendar algumas belezas de nossa natureza. Utilizamos, para a realização deles, materiais de fácil acesso, que podem ser obtidos em casa.

As atividades a seguir podem ser usadas pelo educador em turmas do 1º ano do Ensino Médio para introdução do assunto ou para aplicação do conhecimento adquirido anteriormente. Esses experimentos também são destinados a pais amantes da ciência e pessoas que têm curiosidade de entender como acontecem algumas coisas. Todos são chamados à construção do aprendizado, seja ele para formação colegial ou até mesmo pessoal. Essa construção começa a partir do momento em que você se interessa em entender sobre determinado fenômeno. Vamos juntos fazer isso a partir de algumas investigações.

Esta atividade experimental foi feita com os recursos oferecidos pela caixa 8, que são: 1 copo transparente (obter em casa), tampinha de garrafa, moedas de tamanhos diferentes, conta-gotas, aparelho celular com câmera ou câmera digital (obter em casa), recipiente raso (obter em

casa), papel sulfite, tesoura, detergente, palito, corante, algodão e água (obter em casa).

Experimento 1 - Quebra de tensão superficial - Leite Psicodélico

Materiais necessários, 1 prato fundo, 200 mL de leite integral, corantes artificiais de cores diferentes, palito de dente, algodão e detergente.

Adicione os 200 mL de leite integral no prato. Pingue os corantes em diversas partes do leite. Prenda o algodão no palito de dente e molhe com detergente (imagem 1). Toque em diversas partes do corante e aprecie o efeito psicodélico e a quebra da tensão superficial (imagem 2).

Imagem 1 – Experimento 1 .



Fonte: Danilo Henrique Nascimento de Melo (2020)

Imagem 2 – Experimento 1 .



Fonte: Danilo Henrique Nascimento de Melo (2020)

Perguntas:

- 1 – Por que o corante, ao ser inserido, não se mistura ao leite?
- 2 – Por que, ao tocar o algodão com detergente, acontece a mistura das cores e dá esse efeito psicodélico?
- 3 – Qual a função do detergente nesse efeito?

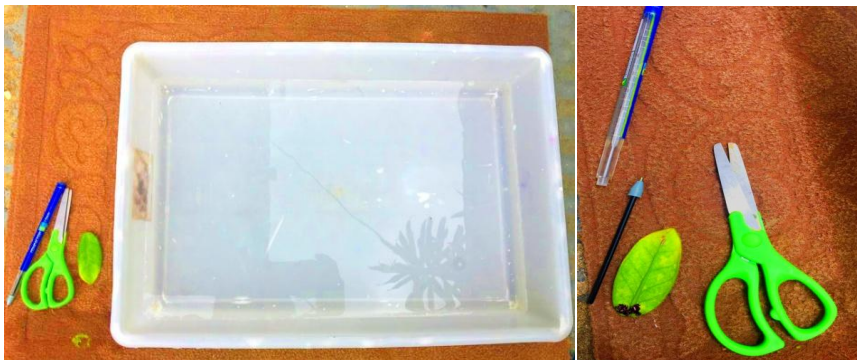
Experimento 2 - Tensão superficial - Barco movido a tinta de caneta

Materiais necessários, recipiente fundo, água, folha em formato similar ao de um barco, caneta, tesoura.

Adicione água no recipiente. Corte a caneta e adicione pingos de tinta na extremidade da folha (imagem 4). Coloque a folha dentro do

recipiente com água e observe o efeito obtido e a curta no trajeto feito pela folha (imagem 5).

Imagem 4 – Experimento 2 .



Fonte: Danilo Henrique Nascimento de Melo (2020)

Imagem 5 – Experimento 2 .



Fonte: Danilo Henrique Nascimento de Melo (2020)

Perguntas:

- 1 – Por que o “barquinho” consegue se mover?
- 2 – Se a caneta fosse de outra cor, aconteceria o mesmo efeito?

Outros experimentos sobre tensão superficial

Opção 1 – Tensão superficial

Materiais: 1 copo transparente, tampas/moedas e água.

Coloque água dentro de um copo e deixe descansar por alguns minutos.

Após esse tempo, é possível colocar uma moeda sobre a água? E uma tampa?

Opção 2 – Tensão superficial

Materiais: moedas de tamanhos diferentes, conta-gotas, aparelho celular com câmera ou câmera digital e água.

Escolha uma das moedas e coloque-a em uma superfície plana. Posicione a câmera a fim de usá-la para ampliar o processo. Levante hipóteses de quantas gotas caberão sobre aquela moeda e, com cuidado, comece a gotejar sobre ela. Observe o que acontece com a água sobre a moeda por meio da câmera.

Opção 3 – Tensão superficial – Barco movido a “não me toque” (efeito Marangoni)

Materiais: recipiente raso, papel sulfite, tesoura, detergente, palito de dente ou fósforo e água.

Encha o recipiente com água. Recorte o papel sulfite à vista superior do formato de um barco e coloque na água. Mergulhe a ponta do palito no detergente e toque a mesma ponta na água bem atrás do barco. Ele deve se mover rapidamente na direção contrária ao palito.

Saiba mais



CAPÍTULO 13 – PRESSÃO ATMOSFÉRICA

Carollina Vieira De Melo Lopes

Desde o primeiro momento em que o professor Marcos nos disse em aula que mandaria algo para nossas casas, eu fiquei muito animada, pois nunca tinha vivenciado algo parecido. Assim que recebi minha caixa em casa, o entusiasmo tomou conta de mim e, por mais clichê que pareça, cada detalhe do que veio nela me encantou profundamente e despertou em mim sentimentos de grande admiração e de muito carinho envolvido naquela iniciativa.

Os recursos da minha caixa me surpreenderam, pois com materiais tão simples muitas ideias surgiram na minha cabeça. Eu recebi 1 vela, balão, anilina, fósforos, 2 garrafas de plástico, 1 tubo de soro e 1 bastão de cola quente. Ao colocar em prática as experiências pensadas, encontrei diversos obstáculos que trouxeram insucessos, e acabei me sentindo bastante frustrada por não conseguir o resultado que desejava. Depois de tudo, vejo a importância desse sentimento, pois ele não me desestimulou, pelo contrário, a frustração me fez refletir muito sobre meus erros nos experimentos e me fez pensar em como conseguir resolver a situação. Não consigo descrever em palavras o tanto que cresci e aprendi vivenciando os detalhes dessa caixa, posso apenas expressar muita gratidão.

De tal forma, consegui perceber que a investigação desses materiais é capaz de proporcionar o desenvolvimento da criatividade, da autonomia intelectual, do pensamento crítico, da criação de hipóteses, de planejamento e de atitudes. O estudante, ao possuir esse protagonismo, consolida e aprofunda conhecimentos, desenvolve sua capacidade de criar soluções para problemas, avalia as informações obtidas com a investigação e elabora explicações e conclusões.

Assim, o tema pressão atmosférica pode ser abordado em turmas do ensino fundamental, tanto nas turmas iniciais como nas finais, e nas do ensino médio, devido a sua forte presença em nosso cotidiano e por não possuir uma explicação tão complexa e abstrata. Assim, os experimentos podem ser abordados por professores de ciências no ensino fundamental e por professores de física no ensino médio, com didáticas diferenciadas adequadas à idade dos alunos e aos seus conhecimentos prévios.

Os recursos utilizados nos seguintes experimentos foram, água, vela, balão, recipiente raso, fósforo, anilina, garrafa PET (1 de 500 mL e 1 de 2L), garrafa de refrigerante de vidro.

Experimento 1: Sentindo na pele o que é pressão.

Conceitualizar pressão e especificar a pressão atmosférica. Encha um balão com ar sem dar nó e solte-o livremente, observando o seu movimento. Depois, encha-o novamente e, na hora de soltá-lo, coloque sua mão do lado oposto da saída de ar (imagem 1). Por que o balão esvazia? O que você sente em sua mão quando o solta?

Imagem 1 – Experimento 1.



Fonte: Carollina Vieira De Melo Lopes (2020)

Experimento 2: Visualizando a pressão atmosférica.

Visualizar a pressão atmosférica e reconhecê-la no seu dia a dia. Pegue uma garrafa PET (500 mL) e faça um corte horizontal nela na metade de sua altura. Esse corte horizontal deve ser realizado até um pouco menos da metade da circunferência da garrafa. Na parte cortada, amasse a parte superior da garrafa para dentro. Coloque água com anilina o máximo que conseguir com a garrafa deitada e tampada, depois disso, levante-a. Observe o que acontece. Depois de analisar essa situação, abra a tampa da garrafa e observe o que acontece novamente (imagem 2). O que acontece com a água e seu nivelamento nas duas situações observadas? É possível fazer alguma relação do que você visualizou com o funcionamento de um bebedouro que utiliza um botijão de água?

Imagem 2 – Experimento 2.



Fonte: Carollina Vieira De Melo Lopes (2020)

Experimento 3: Entendendo a dilatação térmica do ar.

Compreender o comportamento do ar ao ser esquentado e ao esfriar. Encha um balão com ar e dê um nó. Depois, acenda a vela e coloque o balão perto dela (imagem 3).

Por que você acha que obteve esse resultado? O que acha que aconteceria se você colocasse o balão em um congelador?

Imagem 3 – Experimento 3.



Fonte: Carollina Vieira De Melo Lopes (2020)

Experimentos 4 (água que sobe) e 5 (O balão que enche sozinho).

A brincadeira entre a dilatação térmica do ar e a pressão atmosférica. Compreender a relação da mudança na temperatura do ar com os efeitos da pressão atmosférica.

Em um recipiente raso, fixe uma vela e despeje água com anilina. Acenda a vela e coloque a boca da garrafa PET de 2L em cima dela por um tempo, com cuidado para não apagá-la de imediato. Ao perceber que a vela conseguiu esquentar o ar de dentro da garrafa, insira a garrafa de cabeça para baixo na vela (imagem 4). Observe.

Imagem 4 – Experimento 4.



Fonte: Carollina Vieira De Melo Lopes (2020)

Pegue a garrafa de vidro, encha-a de água e coloque essa quantidade de água para ferver. Quando a água esquentar, coloque-a novamente na garrafa com cuidado. Espere cerca de um minuto e a

descarte. Logo depois, insira um balão na boca da garrafa de vidro e espere (imagem 5).

Imagem 5 – Experimento 5.



Fonte: Carollina Vieira De Melo Lopes (2020)

O que aconteceu em cada experimento? Por que você acha que obteve esses resultados? Há alguma semelhança entre os dois?

Saiba mais



CAPÍTULO 14 – DILATAÇÃO TÉRMICA

Andreia Caroline Felix Da Silva

O experimento a seguir abordará conceitos de Termodinâmica, dentro do estudo específico da dilatação térmica dos corpos, e permitirá aos envolvidos aprimorar a competência da análise de fenômenos naturais com suas relações entre matéria e energia. Permitirá também dialogar sobre as aplicações úteis desse conhecimento no cotidiano em consonância com a habilidade EM13CNT101 da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). O objetivo é, empiricamente, provocar o aquecimento de diferentes materiais e analisar o que lhes ocorre sob variação de temperatura. Tanto a observação de um fenômeno isolado quanto a observação da repetição dele com os mesmos ou diferentes materiais evocarão dúvidas sobre as possíveis causas e discrepâncias. Esse espaço de dúvida permitirá a abordagem e intertextualização de conceitos como calor, propriedades físicas e químicas dos materiais, cores e energia, formas de radiação de calor, entre outros.

Esse experimento pode ser usado tanto para alunos sem nenhum conhecimento prévio termodinâmico formalizado, para discussão e inserção das interações de matéria e energia, quanto para introduzir uma investigação detalhada da influência da natureza do material sob variação de temperatura. A natureza do experimento é qualitativa.

Seguindo a proposta de criar um experimento a partir dos materiais da caixa que recebi (caixa nº 4), escolhi trabalhar com apenas alguns deles: papel, vela, caixa de fósforos, cola, massa de modelar, garrafa PET, lâminas de alumínio, bexiga inflável e tesoura. Existem na Internet múltiplas formas e propostas de experimentos termodinâmicos com esses objetos, mas a proposta é analisar o comportamento desses

materiais sob variação de temperatura provocada pela chama de uma vela.

Embora o tema escolhido seja específico e os materiais previamente selecionados sejam diversos, o processo criativo pode ser mais desafiador do que se imagina. Porém, a liberdade de criar permite o uso dos materiais de maneiras diferentes das que se esperam. É interessante mencionar que nossos alunos, semelhantes a nós com relação aos sentimentos que nos assolam no processo criativo, poderão demonstrar dúvida sobre o “mais eficiente” método, fuga do erro como obstáculo ao processo, busca de “facilidade/simplicidade” para mais rápida conclusão da tarefa solicitada. Portanto, é importante a presença do orientador no processo experimental para conduzir os alunos à exploração e ao questionamento do máximo de fatos observados, ao entendimento do erro como possibilidade de aprendizagem, à diversificação e às novas abordagens dos testes.

O experimento foi montado com uma vela acesa envolvida por uma garrafa PET de 500mL com o fundo removido, que serviu para canalizar o ar aquecido pela chama da vela para cima. Pouco acima da chama da vela, longe o suficiente para que o fogo não incidisse diretamente sobre o material, porém próximo o suficiente para que o material fosse aquecido por condução pelas partículas do ar aquecidas, foram inseridas lâminas (presas pelas extremidades a uma folha de papel colada à garrafa) dos seguintes materiais: alumínio, papel ofício, bexiga inflável e massa de modelar (imagem 1).

Inicialmente, propõe-se aquecer a lâmina de alumínio, previamente bem esticada. Não há nenhum tipo de cola que prenda o material ao papel. O suporte de papel serve apenas para posicionar a lâmina na altura desejada e deixá-la esticada de modo que, caso ela “cresça”, fique desalinhada com a pauta da folha que a sustenta, deixando mais visível a dilatação.

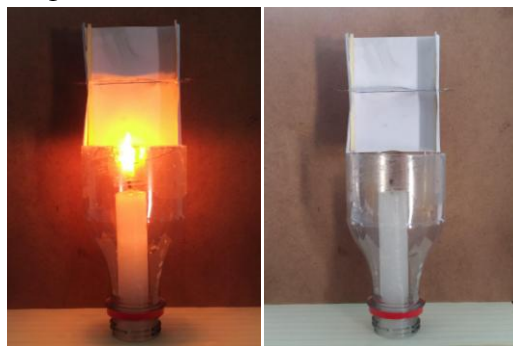
Imagem 1 – materiais e montagem do experimento.



Fonte: Andreia Caroline Felix Da Silva (2020)

Observa-se que a lâmina de alumínio fica alinhada com a pauta da folha quando em temperatura ambiente, porém dilata e forma uma curva quando aquecida pelo ar quente. Quando apagada a chama, em pouco tempo o resfriamento da lâmina, que volta à temperatura ambiente, devolve seu comprimento/posicionamento original (imagem 2).

Imagem 2 – Observação da lâmina de alumínio.



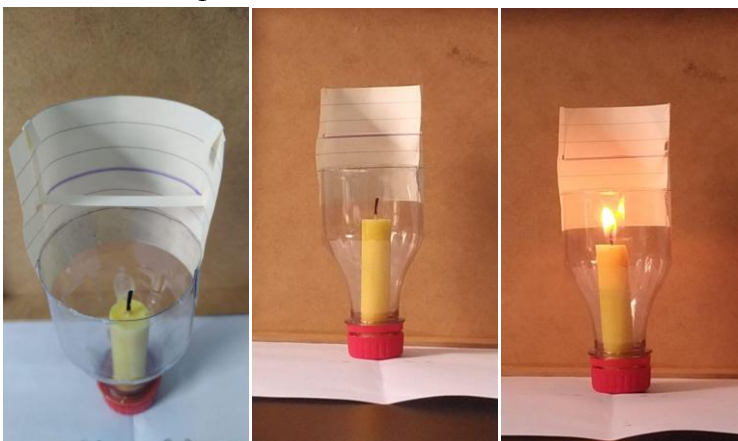
Fonte: Andreia Caroline Felix Da Silva (2020)

A depender do posicionamento da chama sob a lâmina, parte da lâmina pode dilatar mais que outra, como mostra a foto abaixo. Durante o aquecimento, as observações mais evidentes são a dilatação da lâmina

e um movimento que ela passa a ter como se estivesse sendo balançada por uma corrente de ar. Após cessar o aquecimento pela chama da vela, cessa-se também a dilatação, assim como o movimento da lâmina. Ao posicionar a mão sobre a região superior da lâmina, mesmo sem tocá-la e ainda distante da chama da vela, nota-se que a temperatura local é bastante alta, como se a chama estivesse atravessando a lâmina.

Para além da observação do efeito da variação de temperatura sobre o alumínio, alguns outros questionamentos podem ser feitos e outras maneiras de experimentar podem ser propostas: Por que a lâmina estava se movimentando? Por que ela aumentou de tamanho? O que acontece com o material para que ele volte ao tamanho original quando resfriado? O que acontece se mudarmos o material? O que acontece se aumentarmos ou diminuirmos o tamanho da lâmina? O formato em que ela se encontra influencia? Outros formatos podem ser testados visando analisar o mesmo fenômeno. A seguir, apresento fotos de testes com outros materiais. São eles: papel, bexiga inflável e massa de modelar, respectivamente. (imagem 3)

Imagem 3 – Teste com outros materiais.



Fonte: Andreia Caroline Felix Da Silva (2020)

A lâmina de papel não dilatou e, mesmo estando à mesma distância da chama da vela que a lâmina de alumínio, o papel em poucos segundos começou a queimar, como pode ser observado nas fotos abaixo. Pode-se conduzir os alunos aos questionamentos sobre por que, diferentemente do alumínio, o papel reage de outro modo ao aquecimento e não apresenta nenhum movimento. (imagem 4)

Imagem 4 – Teste com outros materiais.



Fonte: Andreia Caroline Felix Da Silva (2020)

Mais rápida que a queima do papel, aconteceu com a lâmina da bexiga inflável (balão de festa), como pode ser visto nas fotos abaixo. O que faz com que esses materiais tenham tendência a sofrer combustão mais rápido que os outros? Por que uns dilatam e outros não? Por que uns tornam aos seus formatos originais e outros não? Distâncias diferentes (variações de temperaturas) permitem que sejam observados fenômenos semelhantes nesses materiais? Notou-se que, durante o aquecimento da lâmina da bexiga, até a garrafa deformou um pouco, mesmo estando sob condições iniciais o mais próximas dos outros testes possíveis. Todas as observações devem conduzir os estudantes à reflexão e pesquisa sobre o que acontece com a matéria quando interage com a energia. (imagem 5)

Imagem 5 – Teste com outros materiais.



Fonte: Andreia Caroline Felix Da Silva (2020)

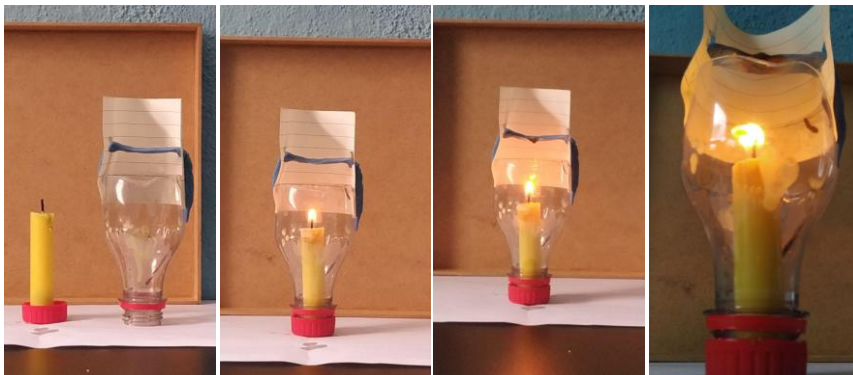
Por último, a massinha de modelar, que não dilatou, não quebrou, porém apresentou aspectos físicos diferentes, como textura e cor que se mantiveram após o resfriamento à temperatura ambiente. Além disso, pareceu ter sido atraída pela chama, como pode ser visto nas fotos abaixo (imagem 6).

Pode-se discutir com os alunos os conceitos de temperatura, calor, energia e conservação de energia, calor específico dos materiais, densidade, dilatação dos gases, correntes de convecção, coeficiente de dilatação dos materiais, temperatura do fogo, combustão de materiais, plasticidade, efeitos da temperatura sobre o arranjo molecular dos materiais, condução do calor, entre outros possíveis temas propostos diante da criatividade e das indagações curiosas dos alunos.

Pode-se discutir com os alunos os conceitos de temperatura, calor, energia e conservação de energia, calor específico dos materiais, densidade, dilatação dos gases, correntes de convecção, coeficiente de dilatação dos materiais, temperatura do fogo, combustão de materiais, plasticidade, efeitos da temperatura sobre o arranjo molecular dos

materiais, condução do calor, entre outros possíveis temas propostos diante da criatividade e das indagações curiosas dos alunos.

Imagem 6 – Teste com outros materiais.



Fonte: Andreia Caroline Felix Da Silva (2020)

Saiba mais



CAPÍTULO 15 – PRINCÍPIO DE PASCAL

Daniel Batista da Silva Filho

Os experimentos desse capítulo se destinam aos alunos do ensino médio. Esperamos que possam despertar e servir de estímulo à curiosidade científica. Tentaremos desmistificar a física como disciplina difícil e chata, concluindo com exemplos de aplicações práticas da física no dia a dia. O aluno poderá vislumbrar que física não é só teoria e contas sem sentido. No final de cada tópico, o aluno estará apto a entender e explicar fisicamente os fenômenos envolvidos e suas aplicações. Hidrostática: Densidade, Princípio de Arquimedes e Princípio de Pascal.

Os experimentos tratam do ramo da física denominado **Hidrostática**. O conhecimento sobre o assunto será construído a partir de observações que uma pessoa no seu dia a dia poderia fazer e de outras análises e conclusões não tão óbvias. Essa construção se dá por meio de pistas e esclarecimentos, utilizando-se questionamentos. Tentaremos seguir um passo a passo como se o autor da lei ou do princípio estivesse investigando o fenômeno. O aluno será levado a formular hipóteses. As hipóteses apresentadas pelo aluno, na interpretação do fenômeno físico, que concordam com a teoria devem ser discutidas e ampliadas. Densidade

Os materiais relacionados são sugestões. Podem ser substituídos de acordo com a disponibilidade de cada um.

Isopor, borracha, madeira, massa de modelar. Use qualquer material disponível. Recipiente de vidro ou garrafa PET, água e balança. Por que alguns corpos flutuam e outros afundam quando são colocados na água ou em outro líquido qualquer?

Para tentarmos responder a isso, vamos experimentar alguns materiais e verificar se eles afundam ou não. Todos (isopor, borracha, madeira e massa de modelar) devem possuir o mesmo volume aproximadamente. Pese cada um deles. (imagem 1), utilizamos caixinhas plásticas que mostram que todos possuem o mesmo volume (imagem 2).

A caixa sobre a balança se encontra cheia de água. Pese a caixa com água e depois a caixa vazia para encontrar o peso da água. Anote a massa da água = _____.

Imagem 1 – Materiais.

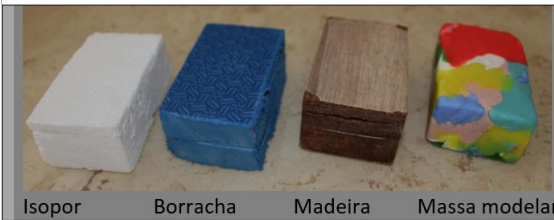


Imagem 2 – Materiais.



Fonte: Daniel Batista da Silva Filho (2020)

Preencha a tabela abaixo com a medida da massa dos materiais e verifique quais flutuam e quais afundam (tabela 1).

Tabela 1

Material	Massa do material	O material flutua ou afunda?
Isopor		
Borracha		
Madeira		
Massa modelar		

No nosso texto, massa e peso são usados como sinônimos, para tornar o conteúdo mais acessível a todos. Quando for necessário, será feita uma distinção entre massa e peso. Corte a borracha em tamanhos e formatos diferentes e coloque-a na água. Faça o mesmo com a massa de modelar. Faça bolas grandes, bolas pequenas, cubos, cilindros e verifique

o que acontece. Verifique se um objeto que flutua ou afunda, depois de modificar seu tamanho ou formato, continua com o mesmo comportamento. Pense um pouco sobre isso.

Pesamos os volumes iguais de água, isopor, borracha, madeira e massa de modelar. Preencha a tabela a seguir com os nomes dos materiais e seus respectivos pesos em ordem crescente. No primeiro espaço da linha **material**, há o mais leve, isopor. Embaixo, insira quanto o isopor pesou e preencha o restante das linhas com os demais itens e seus respectivos pesos.

Tabela 2

Material	Isopor							
Peso								

Responda às questões que seguem.

- A) Quais materiais são mais pesados e quais são mais leves que a água? Lembre-se de que estamos comparando materiais de mesmo volume.
- B) O que acontece quando você coloca esses materiais dentro de um recipiente com água?
- C) Você vê alguma relação entre o peso do material e o seu comportamento afundando ou flutuando?
- D) Quando você cortou a borracha em formatos e tamanhos diferentes e modelou a massa de modelar, o comportamento de afundar ou flutuar desses objetos mudou?

Analise, discuta com seus colegas, pesquise, tire dúvidas com seu professor.

A principal conclusão é a de que um material flutuará se apresentar determinado volume que pese menos do que o mesmo volume de água. Caso contrário, ou seja, se pesar mais, ele afundará.

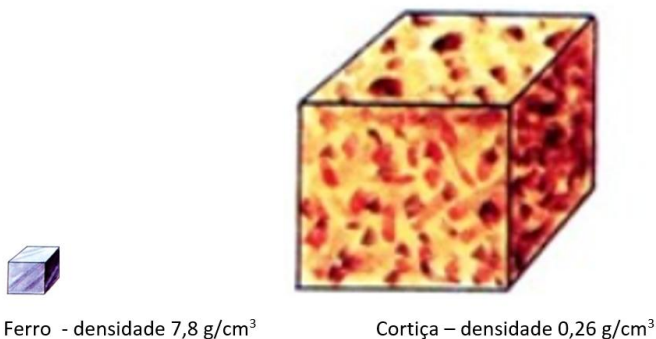
Para classificar os materiais com essa propriedade, podemos definir uma grandeza física que se chama **densidade**.

Mas o que é mesmo densidade? O que ela mede?

É uma grandeza que diz o quanto um material é mais ou menos pesado do que outro. Vamos exemplificar: qual pesa mais, 1 quilo de pipoca ou 1 quilo de chumbo? Ora, um quilo é um quilo, pode ser de pipoca, de sorvete, de chumbo, todos pesarão 1 quilo. Agora, e se eu perguntar quem pesa mais, um saco de pipoca ou um saco de chumbo? Com o detalhe de que o saco de pipoca apresenta o mesmo tamanho do de chumbo. A resposta é: claro que é o saco de chumbo! Então temos uma relação direta entre o peso (massa) do material e o seu volume, e podemos quantificar isso por meio do conceito de densidade.

Formalmente, densidade é a grandeza definida como a massa dividida pelo volume ($d=m/V$). Essa relação é direta com a massa e inversa com o volume. Se dobrarmos a massa do material, seu volume dobrará e a densidade continuará a mesma. Se diminuirmos o volume para $1/3$ do volume original, a massa também será reduzida para $1/3$ da quantidade original, e a densidade permanecerá a mesma. Um quilo de ferro ocupará um volume muito menor que um quilo de cortiça. As massas são iguais, mas os volumes ocupados pelos diferentes corpos são diferentes, logo têm densidades diferentes. (desenho 1)

Desenho 01.



Fonte: Daniel Batista da Silva Filho (2020)

As fotos acima mostram a proporção entre os volumes de massas iguais de ferro e cortiça. Note que o volume da cortiça é muito maior do que o volume ocupado pelo ferro.

Vamos conferir na prática como isso funciona.

Exercício 1: Quantos quilos de ferro cabem no volume ocupado por 1 quilo de cortiça?

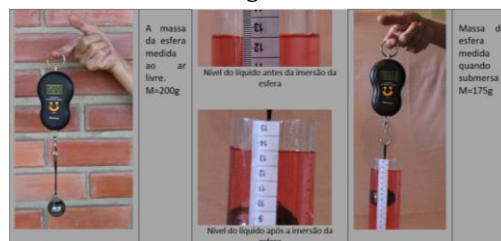
Definição de Densidade: $\rho = m/V$. O volume de 1 Kg de cortiça. $V = m/\rho$, $V = 1.000\text{g}/0,26\text{g cm}^{-3}$, $V = 3.846$.

A massa de ferro que cabe no volume de 3.846 cm^3 , $m = \rho \cdot V$, $m = 7,8\text{g/cm}^3 \times 3.846\text{ cm}^3$. Ou seja, no volume ocupado por 1 Kg de cortiça cabem 30 Kg de ferro.

Princípio de Arquimedes

Usando uma esfera de ferro e uma balança do tipo peixeiro, vamos dar um exemplo. Você deve repetir o experimento com um objeto qualquer que possa substituir a esfera. Ele deve ser o maior possível que caiba no recipiente e ficar totalmente submerso. O objeto escolhido poderia ficar parcialmente submerso, mas é mais fácil de realizar o experimento com um objeto de densidade maior que a densidade da água. Pesamos (medimos a massa) da esfera fora e dentro do líquido (imagem 3). Observando as imagens, o que você constata? Houve variação no valor da massa indicado pela balança? Se sim, por que isso aconteceu, uma vez que a esfera é a mesma ao ar livre e imersa na água? Pense, discuta com os colegas, pesquise e tire dúvidas com seu professor.

Imagem 3



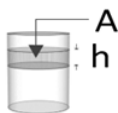
Fonte: Daniel Batista da Silva Filho (2020)

Arquimedes, que viveu em torno do ano 200 A.C., conseguiu explicar o fenômeno físico que ocorreu com a esfera. A explicação desse fenômeno leva o seu próprio nome, **Princípio de Arquimedes**, e hoje também é chamado de **Empuxo**. Esse princípio é muito interessante, e o que se observa é que, se pesarmos um corpo ao ar livre e depois pesarmos esse mesmo corpo imerso em um fluido (na água, por exemplo), a balança nos dará dois valores bem diferentes. A história sobre essa descoberta você pode ver com mais detalhes em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/matematica/a-descoberta-arquimedes.htm>

Se a balança indica uma leitura menor, é porque o peso da esfera diminuiu. Se a massa não mudou e a leitura da balança indica um peso menor, é porque o líquido deve estar exercendo uma força de baixo para cima na esfera. Sendo assim, a balança enxerga a esfera como se tivesse uma massa menor. Consequência disso é a indicação da leitura da balança se tornar menor com a esfera submersa.

No recipiente que vai receber o objeto, no nosso exemplo a esfera, deve ser colocada uma fita métrica para se medir o nível do líquido antes e depois da imersão do objeto (foto 04). Meça a diferença de altura. Se você usou uma garrafa PET, a forma da garrafa é cilíndrica. Para calcular o volume deslocado no recipiente pelo objeto, observe o esquema a seguir (desenho 2):

Desenho2



O volume de um cilindro é igual área da base x altura.

A base é um círculo que possui área $A = \pi \times r^2$.

O volume $V = A \times h$, $V = (\pi \times r^2) \times h$.

Fonte: Daniel Batista da Silva Filho (2020)

A densidade da água é igual a 1 g/cm^3 . Da definição de densidade $\rho = m/V$, calcule a massa de água deslocada. $m_{\text{água}} = \rho \times V$. O volume é dado por $V = (\pi \cdot r^2) \cdot h$.

Compare a massa da água deslocada pelo objeto com a massa do objeto. Esses valores são próximos? Repita o experimento com outro objeto e tente ser mais preciso. Compare novamente a massa da água deslocada com a massa do novo objeto.

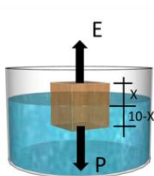
Quanto mais precisas forem suas medidas, mais próximos esses valores serão. Foi o que Arquimedes deve ter feito para chegar à seguinte conclusão: “Todo corpo totalmente imerso ou parcialmente imerso em um líquido qualquer fica sujeito a uma força vertical de baixo para cima, igual ao peso da porção de líquido deslocado pelo corpo. Esta força é denominada **força de empuxo**, ou seja, $E = m \cdot g$ ”. Esse é o Princípio de Arquimedes, ou Teorema de Arquimedes.

$E = m \cdot g$, onde g é a aceleração da gravidade ($g=9,8 \text{ m/s}^2$) e m é a massa do líquido deslocado pelo corpo quando colocado no recipiente que contém esse líquido. Para esclarecer melhor, vamos observar dois exemplos usando o Princípio de Arquimedes. O primeiro será o estudo de um corpo que flutua e o segundo de um corpo que afunda.

Um corpo parcialmente submerso.

O nosso exemplo é de um bloco de madeira na forma de um cubo medindo 10cm de lado. Queremos saber se o bloco irá boiar, e se boiar, quantos centímetros ficará submerso. Para um corpo boiar vimos que se a densidade de um corpo for menor que a da água (1g/cm^3) ele boiará. No nosso caso, o bloco mede 900g e possui um volume de $v=10 \times 10 \times 10 = 1000\text{cm}^3$, sua densidade será $p=m/v$, $p=900\text{g}/1000\text{cm}^3$, $p=0,9\text{g/cm}^3$, como a sua densidade é menor d que a da água ele ficará parcialmente submerso. (desenho 3)

Desenho 03



Fonte: Daniel Batista da Silva Filho (2020)

O corpo está parado, em equilíbrio. As forças que atuam sobre ele são o peso e o empuxo, nenhuma outra mais. Temos: $E=P$. Lembrando que E (empuxo) é o peso da massa do volume do líquido deslocado pelo corpo e P é o peso do próprio corpo (peso do bloco de madeira).

$$E = m_{\text{água}} \cdot g \text{ e } \rho_{\text{água}} = m_{\text{água}} / V_{\text{deslocado}}, m_{\text{água}} = \rho_{\text{água}} \cdot V_{\text{deslocado}}, \text{ substituindo, } E = \rho_{\text{água}} \cdot g \cdot V_{\text{deslocado}}.$$

O volume deslocado é o volume referente à parte do corpo que está submersa. Como não sabemos que medida do corpo ficará fora da água, chamaremos essa medida de **X**; e a da parte submersa, de **10-X**. $V_{\text{submerso}} = 10 \times 10 \times (10-X) \text{ cm}^3$,

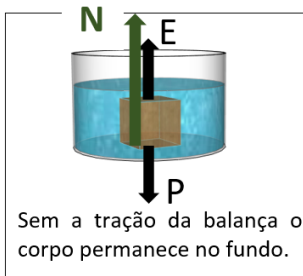
$$E = \rho \cdot V \cdot g, E = 1 \text{ g/cm}^3 \times 10 \times 10 \times (10-X) \text{ cm}^3 \times 10 \text{ m/s}^2, E = 1.000(10-X) \text{ g m/s}^2.$$

$$P = m_{\text{corpo}} \cdot g, P = 900 \text{ g} \times 10 \text{ m/s}^2, P = 9.000 \text{ g m/s}^2, \text{ mas, temos } E = P.$$

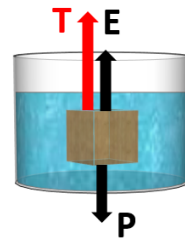
$$1.000 \times (10-X) = 9.000, 10-X = 9, \text{ logo, } X = 1 \text{ cm}.$$

A parte submersa é $10-X$. A parte que fica submersa é de 9 cm. Um corpo totalmente submerso (desenho 4) e (desenho 5).

Desenho 04



Desenho 05



Agora vamos resolver o problema para um corpo que possui uma densidade maior que a da água. O corpo é um cubo de 10cm de lado e mede 1.500g. Qual será a leitura da balança?

Fonte: Daniel Batista da Silva Filho (2020)

Verificando se o corpo afunda ou boia. $\rho_{\text{corpo}} = m_{\text{corpo}} / V_{\text{corpo}}$. $\rho_{\text{corpo}} = 1.500 \text{ g} / 1.000 \text{ cm}^3, \rho_{\text{corpo}} = 1,5 \text{ g/cm}^3$. Se soltarmos o corpo no recipiente, ele afundará, indo parar no fundo desse recipiente. No desenho 04, a força normal N do fundo do recipiente, somada ao empuxo E , se iguala ao peso P ($N+E=P$). Para que o corpo fique suspenso no meio do líquido, é necessária uma força extra, a força da balança (T). O equilíbrio é diferente do apresentado no exemplo anterior. O

equilíbrio se dá com as forças $T+E = P$, em que T é a força que a balança exerce sobre o corpo para que ele não vá parar no fundo do recipiente.

O empuxo $g_{\text{água}} = m_{\text{água}}/V_{\text{deslocado}}$, o volume deslocado coincide com o volume total do corpo. $m = \rho V$, substituindo, $E = \rho V g$, $E = 1 \text{ g/cm}^3 \times 10 \times 10 \times 10 \text{ cm}^3 \times 10 \text{ m/s}^2$, $E = 10.000 \text{ g m/s}^2$, $E = 10 \text{ N}$. O peso do corpo: $P = 1,5 \text{ Kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2$, $P = 15 \text{ N}$. A tração que a balança exerce: $T+E=P$, $T=P-E$, $T = 15 - 10 \text{ N}$, $T = 5 \text{ N}$. A leitura da balança é 0,5 Kg (lembre-se de que balança mede a massa).

Princípio de Pascal

Material utilizado no experimento:

- Seringas: 1 de 1 mL, 3 de 5 mL, 1 de 20 mL e 1 de 60 mL.
- Mangueira de equipo e mangueira de aplicação de soro.
- Água.
- Corante.
- Bexigas de aniversário em duas cores diferentes.
- Linha para amarrar as bexigas.
- Caixa de madeira, MDF ou papelão para servir de suporte.

O Princípio de Pascal nos diz: “O aumento da pressão exercida em um líquido em equilíbrio é transmitido integralmente a todos os pontos do líquido bem como às paredes do recipiente em que ele está contido”. Como foi que ele chegou a essa conclusão? O que é pressão? Como o aumento de pressão de um ponto do líquido é transmitido para todos os outros pontos? Para responder a essas questões, teremos que definir a grandeza física **pressão** e observar alguns fenômenos.

O que é pressão?

Para caminhar na neve sem afundar, pode-se utilizar sapatos de neve como os das imagens abaixo. Mas o que há de diferente em uma mesma pessoa caminhar com ou sem esses sapatos?

O peso da pessoa é quase o mesmo com ou sem sapatos. Sendo assim, como é feita a distribuição do peso sobre a neve utilizando-se ou não esses sapatos de neve? É diferente? O que mudou?

Pensar que uma pessoa de 80 Kg que ande sobre a neve vai afundar só porque pesa 80 Kg não é suficiente. É preciso saber como esse peso será distribuído na superfície da neve. Se a pessoa estiver descalça, os 80 kg serão distribuídos na sola do pé, que mede aproximadamente 250 cm². Usando os sapatos de neve, esses mesmos 80 Kg serão distribuídos sobre uma superfície de 900 cm², ou seja, quase 4 vezes maior. Com os 80 Kg distribuídos em 250 cm², o pé afundará. O mesmo acontecerá com os 80 Kg distribuídos em 900 cm²? A área na qual a força está distribuída é importante? Você sente a necessidade de relacionar força e área? Pense e discuta a respeito.

A grandeza física que relaciona força e área é chamada de **pressão**, e é definida como a força dividida por unidade de área. Isso nos dá uma ideia de como a força está distribuída em uma superfície. $P_{\text{pressão}} = F_{\text{Força}} / A_{\text{Área}}$. Estamos prontos para começar a investigação dos fenômenos que envolvem o Princípio de Pascal. Os fluidos, líquidos e gases possuem um comportamento muito interessante. A pressão exercida em um ponto de um fluido, contida em um recipiente fechado, é transmitida para todos os pontos desse fluido, inclusive para as paredes do recipiente. Faremos os experimentos para comprovação desse fenômeno. Poderemos verificar também que o ar é facilmente compressível e que líquidos são praticamente incompressíveis.

Primeiro, encha com ar uma pequena bexiga que caiba dentro de uma seringa de 60 mL. Com o êmbolo puxado, tampe a saída da seringa com o dedo e pressione o êmbolo o máximo possível. O que acontece com a bexiga? Ela aumenta, diminui, permanece do mesmo tamanho? E o formato se altera?

Em um segundo momento, coloque duas bexigas de cores diferentes, uma com ar e outra cheia de água, dentro da seringa de 60 mL. Refaça o procedimento de comprimir as bexigas. A bexiga com ar mudou de tamanho ou formato? E a bexiga com água, o que aconteceu? Você consegue verificar quais fluidos, líquidos e gases são compressíveis e quais são incompressíveis? Como o aumento de pressão influenciou no tamanho e no formato das bexigas?

Em um terceiro momento, coloque as bexigas dentro da seringa, deixe a saída aberta e empurre o êmbolo o máximo possível sem estourar as bexigas. Tampe a saída da seringa e puxe o êmbolo. Novamente, as bexigas modificaram seus tamanhos? Quais? Se alguma modificou, explique o que foi responsável por isso.

Para finalizar, repita os três últimos procedimentos, mas com a diferença de que, dessa vez, a seringa deve estar cheia de água. O comportamento das bexigas mudou quando o ar da seringa foi preenchido com água?

Para servir de orientação de como fazer os experimentos, olhe as (imagem 5) e (imagem 6).

Imagem 5



Fonte: Daniel Batista da Silva Filho (2020)

Imagem 6



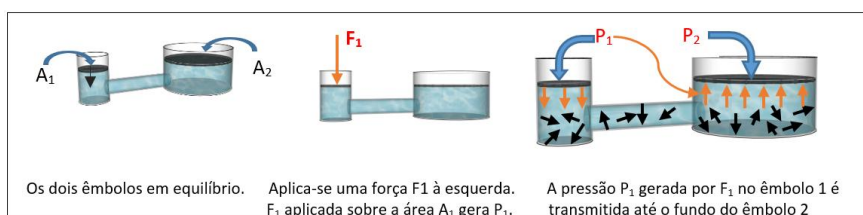
Fonte: Daniel Batista da Silva Filho (2020)

Após realizar os experimentos, releia o Princípio de Pascal. Ficou mais fácil de entender? Se ainda tiver dúvidas, discuta com os colegas e procure seu professor.

Talvez a mais importante aplicação do Princípio de Pascal seja o elevador hidráulico. Para entender melhor esse assunto, vamos estudar teoricamente o funcionamento do elevador hidráulico.

No recipiente mostrado no (desenho 6), temos do lado esquerdo um êmbolo de área A_1 e, do lado direito, um êmbolo de área A_2 .

Desenho 06.



Fonte: Daniel Batista da Silva Filho (2020)

Para simplificar, os êmbolos não têm peso e não existe atrito entre eles e as paredes do recipiente. A pressão externa é a pressão atmosférica e é igual nos dois lados. Pelo Princípio de Stevin (dos vasos comunicantes), o líquido nos dois lados se encontra na mesma altura. O sistema está em equilíbrio. Na sequência, uma força F_1 é aplicada sobre a área A_1 , que irá gerar uma pressão adicional $P_1 = F_1/A_1$. Segundo o Princípio de Pascal, essa pressão será transmitida a todos os pontos do líquido e às paredes do recipiente, inclusive ao fundo do êmbolo de área A_2 . Se nós quisermos que o êmbolo da direita não seja deslocado para cima, é necessário que uma pressão de mesmo valor que a P_1 seja exercida na parte superior desse mesmo êmbolo. A pressão P_2 deve ser igual à pressão P_1 para que o equilíbrio seja mantido.

$$P_1 = P_2, F_1/A_1 = F_2/A_2, \text{ logo, } F_2 = A_2/A_1 \cdot F_1.$$

O que isso nos revela? Vamos dar um exemplo. Veja o desenho 07. A área do êmbolo da esquerda mede $A_1 = 1\text{ m}^2$, e a do êmbolo direito

mede $A_2 = 20\text{m}^2$. Se colocarmos um corpo de 10 Kg sobre o êmbolo da esquerda e quisermos que o equilíbrio seja mantido, devemos colocar um outro corpo sobre o êmbolo da direita. Mas que massa esse segundo corpo deve ter? As pressões abaixo e acima do êmbolo da direita devem ser iguais para que o equilíbrio não seja quebrado.

Desenho 7

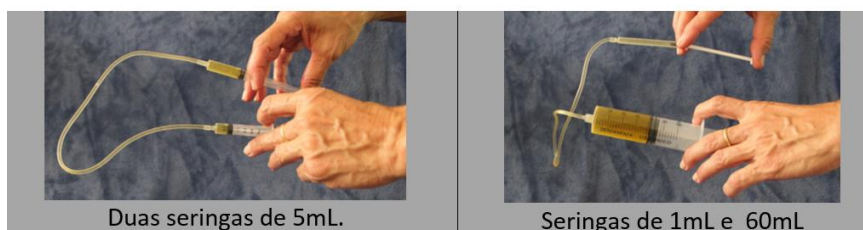


Fonte: Daniel Batista da Silva Filho (2020)

Se a massa colocada em 2 for menor que 200 Kg, o êmbolo 2 se elevará (elevador hidráulico). Assim é possível elevar um corpo de massa 200 Kg com um outro de apenas 10 Kg utilizando o elevador hidráulico. Houve um ganho de força (energia)? Uma força de 98 Newtons foi capaz de se igualar a uma força muito maior de 1.960 Newtons? Uma dica, pesquise sobre trabalho e energia aplicados ao elevador hidráulico. Esse conhecimento levará você a entender esse aparente paradoxo.

Para sentir na pele o fenômeno explicado por Pascal, pegue duas seringas de 5 mL, uma de 1 mL e outra de 60 mL. Com uma mangueira de equipo, que serve para aplicar soro, ligue as seringas duas a duas e encha-as de líquido. Brinque um pouco, experimente a força que você deve imprimir de um lado e de outro com o conjunto das seringas de 5 mL para movimentar os êmbolos (imagem 7). Depois, faça o mesmo com as seringas de 1 mL e 60 mL.

Imagem 7



Fonte: Daniel Batista da Silva Filho (2020)

O que você pôde observar? Usando as seringas iguais, a força para empurrar o êmbolo de um lado é a mesma quando se empurra o do outro? Quando usamos as seringas de 1 mL e 60 mL, o que muda em relação ao conjunto anterior? Você deve entender que o esforço seria mínimo se não houvesse atrito entre os êmbolos e as paredes das seringas. A resistência ao movimento dos êmbolos se daria apenas pela inércia do líquido. Explique, utilizando a Lei de Pascal, os esforços (forças) que você faz para mover os êmbolos.

O aparato da foto 15 mostra três elevadores hidráulicos formados por: à esquerda, uma seringa de 1 mL com outra de 5 mL; no centro, duas seringas de 5 mL; e à direita, uma seringa de 20 mL com outra de 5 mL. Agora, tente elevar um mesmo objeto usando o conjunto da esquerda, depois o do centro e, por fim, o conjunto da direita (imagem 8).

Quais as conclusões que você pôde tirar de cada uma das tentativas? Fique atento ao fato de que você aplicará uma força nos êmbolos e que esses êmbolos possuem áreas diferentes em cada caso.

Como o Princípio de Pascal pode explicar o que ocorreu? Para facilitar, você pode fazer um desenho de cada conjunto de seringas e rever a explicação que se reporta aos desenhos 06 e 07. Você já é capaz de explicar o elevador hidráulico usando o princípio de Pascal. Boa Sorte.

Imagem 8



Fonte: Daniel Batista da Silva Filho (2020)

Saiba mais



CAPÍTULO 16 – FLUIDO NÃO NEWTONIANO E RESSONÂNCIA

Rodrigo Cesar Barbosa Nery

Neste experimento, traremos a construção de uma estrutura visual para a discussão de três conteúdos do ensino de Física: os fluidos newtonianos e não newtonianos e a ressonância. Confeccionaremos uma mistura que contraria as capacidades homogêneas e de viscosidade dos fluidos apontadas por Newton e, em seguida, testaremos suas características, estimulando essa mistura com a vibração de um alto-falante.

Neste capítulo, iremos vivenciar uma experiência encantadora em um ambiente de aprendizagem fora da escola, contextualizando uma visita de estudantes do 1º período da graduação em Licenciatura em Física a um espaço *maker*. Além do habitual momento *maker*, esse espaço propõe uma abordagem por meio de atividades que têm como foco elementos propostos no *steam* e na metodologia *Tinkering*, construindo vivências através de projetos que objetivam o aprendizado, e não um produto final. Além disso, utilizando materiais simples e acessíveis geralmente encontrados em casa, incentivando a criatividade e dando oportunidade ao aprendizado e protagonismo do aluno.

Como recursos, utilizaremos amido de milho, uma tigela, água, colher, saco plástico, temperos coloríficos ou corantes, aparelho celular, amplificador de som e uma caixa de som.

Ao receber os estudantes no espaço *maker*, apresentamos o laboratório mostrando seus recursos e brevemente introduzimos sobre a cultura *maker*. A discussão do “faça você mesmo” trouxe curiosidade acerca das possibilidades de aprendizagem que esse preceito poderia trazer. Pedimos para que eles explorassem uma mesa na qual haviam dispostos alguns ingredientes comuns em uma cozinha. Ao analisar os materiais, propomos que formassem grupos dispostos nessa mesma mesa de modo que pudessem ser visualizados e interagir entre si. Em seguida, dividimos os materiais entre os grupos. Mais um momento de

exploração de ideias sobre o que poderia ser feito com aqueles ingredientes. Por fim, surgiu a proposição de experimentar misturá-los. Após algumas falas sobre o que cada grupo obteve com a mistura dos materiais, veio a nossa proposta para um experimento. Que tal discutirmos as características dos fluidos a partir do olhar de Newton?

Inicialmente, colocamos o amido de milho na tigela. Fomos acrescentando água aos poucos e misturando até chegar ao ponto de, se pressionada, a mistura manter-se firme, mas, ao ser retirada a pressão, ela voltaria ao estado viscoso (imagem 1) .

Imagem 1 - Os materiais e preparo do líquido não Newtoniano.



Fonte: Rodrigo Cesar Barbosa Nery (2020)

Vamos tentar manusear a mistura? Pressioná-la, colocar objetos em movimento e em repouso sobre ela e testar sua capacidade em relação às características dos fluidos abordadas por Newton.

E agora, como podemos visualizar melhor essas características de maneira interessante e divertida? Que tal observar seu

comportamento com uso de “ressonância”? Após uma breve discussão sobre o que é ressonância, seguimos com o experimento.

Agora, para visualizar como se comporta esse líquido não newtoniano sob a influência da ressonância, colocamos uma caixa, com o alto-falante exposto, sobre uma superfície plana. Cobrimos o alto-falante com um saco e despejamos a mistura sobre ele. Ligamos a caixa em um amplificador e colocamos uma música para tocar. Fomos testando diferentes volumes e vendo o que acontecia. Uma outra opção seria baixar um *app* gerador de frequências (aplicativo que gera diferentes frequências a sua escolha) no *App Store* do celular e ligá-lo ao amplificador, para poder observar a ação de uma frequência isolada no líquido não newtoniano (imagem 3).

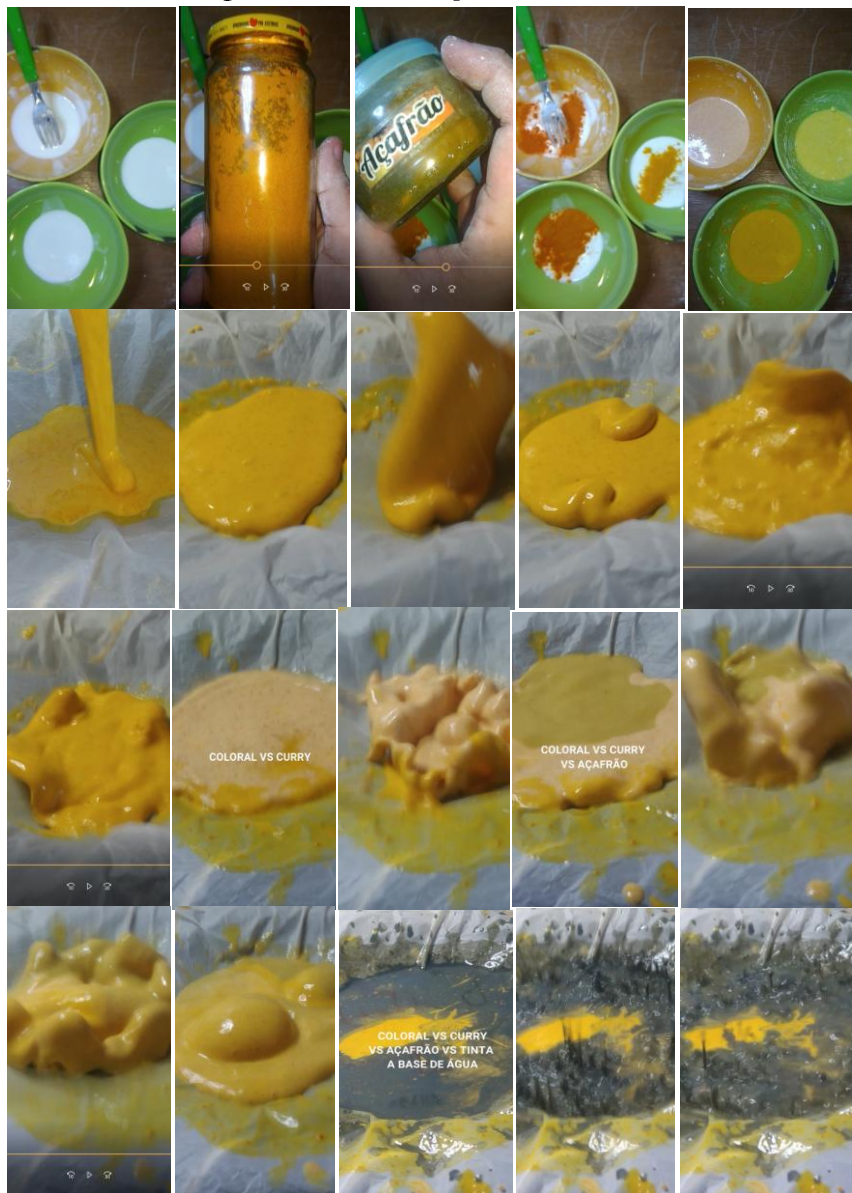
Imagem 3 –Líquido não Newtoniano e ressonância



Fonte: Rodrigo Cesar Barbosa Nery (2020)

Para tornar o experimento mais interessante, dividimos a mistura em três tigelas e acrescentamos em cada uma delas um condimento colorífico diferente. No caso, usamos colorau, curry e açafrão. Além disso, separamos um pouco de água com corante comestível. Repetimos o experimento na caixa de som acrescentando pouco a pouco os materiais de cores diferentes para melhorar a observação, fazendo um tipo de “batalha” de gosma. Por fim, inserimos a tinta a base de água relacionada a um líquido newtoniano. Com isto, pudemos observar melhor os movimentos que a mistura realizava sob a influência da ressonância (imagem 4).

Imagem 4 – Batalha de líquido não Newtoniano



Fonte: Rodrigo Cesar Barbosa Nery (2020)

Por fim, conversamos sobre de que outras maneiras poderíamos aplicar aqueles experimentos e como aqueles conteúdos poderiam ser contextualizados em nosso dia a dia. Além disso, apresentamos uma série de *links* de vídeos, imagens, textos, invenções ou memes selecionados por meio de uma curadoria prévia e relacionados com os conteúdos abordados.

Saiba mais



CAPÍTULO 17 – CIRCUITO ELÉTRICO

Rodrigo Cesar Barbosa Nery

A caixa número um trouxe a possibilidade de discutir conteúdos relacionados à construção de circuitos elétricos, materiais condutores, isolantes e resistência elétrica. Analisaremos alguns materiais contidos na caixa de encantamentos a fim de identificar quais são condutores e não condutores e de definir possibilidades de aplicação desses materiais dentro de um circuito elétrico. Com isto, no experimento construído, pretendemos alcançar a aprendizagem de conceitos iniciais, de maneira simples, sobre materiais condutivos e não condutivos, abordando seus elementos de maneira criativa e utilizando materiais que encontramos facilmente em casa.

Contextualizaremos a aplicação desse experimento em uma turma do 8º ano, em uma aula remota do ensino de ciências por meio da plataforma Google Meet. Os alunos terão que, a partir da discussão sobre materiais condutivos e não condutivos, selecionar em casa materiais que possam compor a construção de um circuito. Também iremos propor a confecção de uma tinta condutiva, utilizando alguns materiais encontrados facilmente em casa.

Como recurso para construção do experimento, pelo professor em paralelo aos alunos, utilizaremos: papel sulfite, folha de alumínio, lápis, uma pequena lâmpada ou LED (encontrados em algum brinquedo), um pequeno motor elétrico (encontrado em brinquedos ou equipamentos eletrônicos quebrados), água, fita isolante, cola branca, esmalte de unha, clips de papel, pequenos pedaços de fio, colher, sal, folha de acetato, luva de látex, pilhas (AA) ou carregador de celular. (imagem 1)

Imagem 1 – Recursos utilizados no experimento.



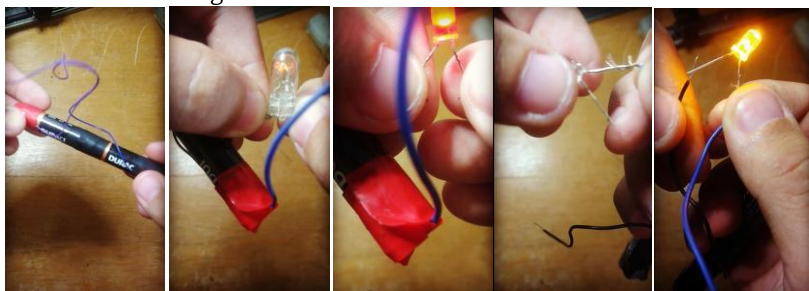
Fonte: Rodrigo Barbosa (2020)

Iniciada a aula, organizamos o modo de exibição do professor utilizando um aparelho celular e um *notebook* ou dois celulares para entrar na sala do Google Meet, pedindo que os alunos coloquem como tela fixa a imagem do aparelho posicionado mostrando as mãos do professor. O outro celular ou *notebook* será o meio de comunicação do

professor, mostrando o seu rosto. Após isso, ocorre um breve diálogo sobre o que os alunos entendem por materiais condutivos e isolantes elétricos, dando início a uma caçada em casa por materiais que possam ser condutivos ou isolantes. Terminada a caçada, começamos a montagem de um circuito simples para testar a condutividade dos materiais selecionados.

Previamente, os alunos foram comunicados para que pedissem que os pais providenciassem cola branca, pilhas velhas, lápis, pedaços de fios finos, um LED e um pequeno motor elétrico. Com os materiais em mãos, solicitamos que montassem um circuito simples de teste de condutividade (imagem 2) utilizando uma pilha (AA), dois pedaços de fio e um LED. Esse circuito será aberto, seguindo a demonstração do professor: um fio deve ser fixado em cada polo da pilha com ajuda de fita adesiva. No polo positivo do LED (o polo da perninha maior ou chapinha de metal menor), os estudantes devem ligar o fio do polo positivo da pilha e deixar o circuito aberto.

Imagem 2 – Circuito teste de condutividade.



Fonte: Rodrigo Barbosa (2020)

Com o circuito montado, podemos encostar o polo negativo do LED e o fio do polo positivo da pilha nos materiais e testar se o LED acende. Se ele não acender, podemos considerar o material como isolante, ou não condutivo, o suficiente. Se o LED acender, podemos considerar o material como condutivo e, dependendo do nível do brilho do LED, trazer uma discussão sobre resistência elétrica. (imagem 3)

Imagem 3 – teste de condutividade de diferentes materiais.



Fonte: Rodrigo Barbosa (2020)

Sabendo quais são os materiais condutivos e isolantes, podemos iniciar o segundo momento de nosso experimento: a confecção de uma tinta condutiva. Para isso, utilizaremos cola branca ou esmalte de unha, um lápis e/ou pilhas velhas.

Tanto no uso do lápis quanto no uso das pilhas, iremos contar com a ajuda de um adulto responsável para auxiliar os alunos. Abriremos o lápis ao meio para remover a sua carga de grafite. No caso de o aluno ter em casa cargas de caneta grafite ou até já o pó desse material, estes também poderão ser utilizados. Em caso negativo, terão que, com a ajuda de uma colher, esmagar a carga do grafite até transformá-la em pó. No caso da pilha, precisaremos abri-la para remover o seu conteúdo de grafite e carvão ativado, que deve também ser triturado, de preferência usando luvas para evitar o contato com esses elementos.

Com o pó de grafite e o carvão ativado das pilhas em mãos, separaremos em um recipiente uma parte de cola, ou esmalte de unha,

para outra do pó de grafite e carvão, misturando bem até conseguir uma mistura homogênea e escura. Pronto, com isto estará pronta nossa tinta condutiva (imagem 4).

Imagem 4 – confecção da tinta condutiva.



Fonte: Rodrigo Barbosa (2020)

Em uma folha de sulfite ou acetato, desenharemos trilhas com a tinta condutiva seguindo a imaginação e utilizando pelo caminho os materiais condutivos e isolantes para montar um circuito. A princípio, pintaremos duas linhas em paralelo no papel e fixaremos um fio em cada polo da pilha por meio da utilização da fita isolante. Em cada ponta de fio que sobrar, colocaremos um clip de papel, que deve também ser fixado em uma das trilhas desenhadas. Logo em seguida, devemos encostar cada polo do LED em uma das trilhas do papel. Caso o LED não acenda, podemos tentar acrescentar mais pó de grafite e carvão ativado à mistura. Após esse momento, lançamos o desafio de montar circuitos seguindo a imaginação e utilizando os materiais selecionados, a fim de produzir um circuito que possibilite acender um LED ou até fazer funcionar um pequeno motor elétrico. A sugestão do professor de como concluir esse desafio é a seguinte:

1. Em um papel sulfite, desenhar com a tinta condutiva trilhas com diversos comprimentos e larguras (imagem 5). Com a pilha já montada com dois fios e um LED em sua ponta, testar a condutividade das trilhas tocando o polo do LED e o da pilha na linha desenhada, fechando o circuito (imagem 6).

Imagem 5 – trilhas de tinta condutiva.



Fonte: Rodrigo Barbosa (2020)

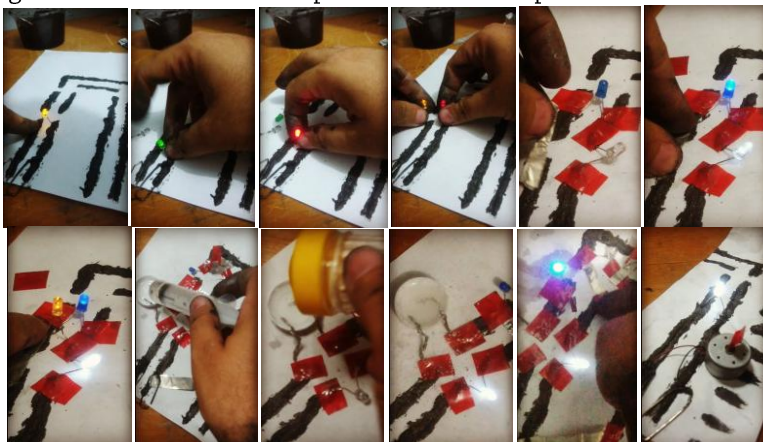
Imagem 6 – teste de condutividade e resistência da tinta condutiva.



Fonte: Rodrigo Barbosa (2020)

2. Dois fios ligados, um a cada polo da pilha (positivo e negativo), fixados por fita isolante. Nas pontas dos fios, colocar clips de papel. Com a tinta condutiva e papel alumínio, confeccionar trilhas para montar os circuitos em série ou em paralelo. O fio positivo da pilha ficará ligado a uma dessas trilhas e o negativo em outra, fixados por clips de papel. Tentar montar circuitos em série ou paralelo, experimentando diferentes ligações com LEDs e usando diferentes materiais para conectar as trilhas de tinta condutiva (imagem 7).

Imagem 7 – circuitos em série e paralelo conectados por diferentes materiais.



Fonte: Rodrigo Barbosa (2020)

3. Com uma luva de látex calçada na mão, pintar duas trilhas com tinta condutiva. Apoiar as pilhas postas em série e já com os fios em seus polos dentro da luva. Fixar a outra ponta dos fios nas trilhas de tinta condutiva usando clips de papel. Com essa luva, tentar acender LEDs, utilizando as trilhas de tinta condutiva (imagem 8) (imagem 9).

Imagem 8 – circuitos na luva de látex.



Fonte: Rodrigo Barbosa (2020)

Imagem 9 – circuitos na luva de látex.



Fonte: Rodrigo Barbosa (2020)

Saiba mais



INFORMAÇÕES SOBRE OS AUTORES

Tiago Da Silva

Estudante de Licenciatura em Física da UFPE. Participei do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid) em 2018 e 2019 e, atualmente, participo do Programa Residência Pedagógica. Contato: Tiago.silva3@ufpe.br, gagumog@gmail.com.

Thays Vitoria de Santana Cabral

Estudante de Licenciatura em Física da UFPE. Participei do Pibid na Escola Senador Novaes Filho e da Residência Pedagógica na EREM Jornalista Trajano Chacon, escolas de Ensino Médio do Recife (PE) entre 2017 e 2019. Estou me tornando uma professora com uma visão de ensino mais humana e incentivadora, tendo como objetivo formar novos físicos e pessoas com opiniões críticas relevantes. Contato: thays.santana@ufpe.br, thayssantanv@gmail.com.

Stela Maria Cavalcanti Silva

Estudante de Licenciatura em Física da UFPE. Fiz parte do Pibid entre 2018 e 2019 no Colégio Militar do Recife. Atualmente, participo do Projeto Residência Pedagógica (2020), no Colégio de Aplicação da UFPE.

Ruan Marinho Cunha de Barros

Estudante de Licenciatura em Física pela UFPE. Fiz PIBID no Colégio Militar do Recife, durante 18 meses. Fui professor de física elétrica do curso Vestibular Cidadão, durante 18 meses. Estagiei no Colégio Decisão, do Cabo de Santo Agostinho, e no EREM Pastor José Florêncio, orientado pelo professor Marcos Barros. Estou na residência pedagógica no IFPE-Campus Recife.

Rodrigo Cesar Barbosa Nery

Graduado em Licenciatura em Educação Física, atuou como treinador de boxe em vários âmbitos do esporte, em ambientes individuais e coletivos, dando foco principal a adaptações das dinâmicas da aprendizagem do boxe às necessidades individuais e do dia a dia dos praticantes. Em paralelo, um indivíduo incluso na cultura *maker*, apaixonado por desafios e resolução de problemas. Um construtor que busca, por meio de projetos pessoais, sentido para objetivar conhecimento. Atualmente é membro do Hub Educat/UFPE e participante da Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa (RBAC), núcleo Recife. Contato: bneryreal@gmail.com. IG: @bneryrodrigo.

Matheus Levy Araújo

Graduado em Licenciatura em Física pela UFPE (2018). Especializando-me, atualmente, nas áreas de metodologias do ensino e astronomia para o ensino por meio da Especialização em Didáticas Inovadoras (UFC). Durante o estágio docente no EREM Diário de Pernambuco, tive muito contato com experimentação e aprendizagem em sala de aula, o que me deu uma nova visão de ensino que vem sendo ampliada por meio do contato com o Lab Educat. Contato: lottarmathauslevy@gmail.com.

Marcos Alexandre de Melo Barros

Professor (provocador) universitário na UFPE, coordenador do Hub Educat na Diretoria de Inovação Positiva, coordenador do Programa de Extensão Residência nas Ciências (ReDEC), entusiasta de novas tendências que permeiam a Educação e com criatividade, inovação e empreendedorismo como aspectos transversais. Biólogo pela Fafire, especialista em Informática na Educação pela UFPE, mestre e doutor em Ensino das Ciências pela UFRPE, com estágio doutoral na Universidade de Wolverhampton, na Inglaterra. Atualmente, sou professor da graduação no Centro de Educação e no Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da UFPE – CAA. Líder do Grupo de Pesquisa Laboratório de Pesquisa e Prática – Educação, Metodologias e

Tecnologias – Educat. Membro da International Association for Mobile Learning. Vencedor do Prêmio Desafio Município Inovador em Educação promovido pela Fundação Joaquim Nabuco – MEC (2017). Com mais de 20 anos de experiência em ensino de Ciências, aprendizagem móvel, tecnologias na educação, educação a distância *on-line*, abordagens de ensino e aprendizagem para educação profissional, formação do professor a distância e presencial, produção e modelagem de recursos didáticos para cursos a distância e presenciais em diferentes suportes. Contato: marcos.ambarros@ufpe.br

Luiz Antonio Souza de Lima Ribeiro

Estudante de Licenciatura em Física pela UFPE. Atualmente, estou participando do Programa de Residência Pedagógica no Colégio de Aplicação da UFPE. Nos anos de 2018 e 2019, participei do Pibid nesse mesmo colégio. Eu acredito ser importante evoluir como profissional na área de educação, mas essa ação por si só não é suficiente para acabar com as desigualdades e garantir educação para todos. No sistema capitalista, as escolas privadas contribuem para o sucateamento das públicas. Então, no momento dessa escrita, estou participando do Movimento por uma Universidade Popular em Pernambuco e iniciando meu processo de inclusão na União da Juventude Comunista. Ao mesmo tempo em que aprendo a trazer diferentes estratégias educacionais para as escolas, penso em como agir na realidade concreta do meu ambiente de trabalho. Isso para que o mercado por si só não massacre meus objetivos e apenas conceda educação de qualidade para quem pode pagar em termos da sociedade no geral. Planejo me organizar coletivamente na militância para realizar a disputa política pelos interesses da classe trabalhadora. Em consequência disso, teremos uma educação de qualidade para todos que busca politizar a população e juntar a teoria à prática, tanto no ensino de Física quanto na luta pela educação popular.

Lucas Kawai Souto Maior de Melo

Estudante de Licenciatura em Física pela UFPE. Fiz parte da Residência Pedagógica entre os anos de 2018 e 2019. Lecionei no Colégio de Aplicação da UFPE (CAP) pelo mesmo programa. Meu objetivo como profissional é expandir a Física não como uma obrigação, mas como um prazer de conhecer as peculiaridades do universo, utilizando ferramentas como o ensino didático e encantador. Contato: kawaimelo@hotmail.com, lucas.kawai@ufpe.br.

Isabel Cristina Gomes Borges

Licenciada e especialista no ensino de Biologia, Mestre no Ensino das Ciências pela UFRPE. Experiência em Docência nas Redes Privada e Pública a mais de 25 anos. Atuação Profissional na Educação Básica e Ensino Superior. Consultora Pedagógica abordando os temas: A Experimentação no Ensino de Ciências: Integrando Teoria à Prática; Aprendizagem por Encantamento: Possibilidades para o desenvolvimento das práxis inovadora; Ensino Híbrido: uma Inovação Disruptiva. Atualmente é diretora da SUPERCLASSE Consultoria, professora na rede municipal do Recife, membro do Hub Educat UFPE, compõe a equipe de formadores do Programa de Extensão Residência nas Ciências (ReDEC – UFPE); membro da Rede Brasileira de Criatividade (RBAC – Núcleo Recife). Sendo uma entusiasta pelas práticas inovadoras, investiga as TDIC – Tecnologias didáticas de Informação e Comunicação, Ensino Híbrido e as Coreografias Didáticas. profisabelborges@gmail.com

Fausto José de Araújo Muniz

Mestrando em Educação em Ciências e Matemática pelo Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco (PPGECM/UFPE). Formado em Biologia e Matemática, professor há cerca de 21 anos, atua como professor de Biologia e Química pela Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco há mais de 13 anos. Encantado por práticas inovadoras, é

instigador e investigador do uso de Tecnologias Didáticas de Informação e Comunicação (TDIC), do ensino híbrido e da autorregulação da aprendizagem. Ao longo desses anos, vêm desenvolvendo projetos voltados ao ensino da Biologia e Química, por meio da inserção das TDIC e de estratégias de aprendizagem engajadoras. Membro do Grupo de Pesquisa Laboratório de Pesquisa e Prática – Educação, Metodologias e Tecnologias (EDUCAT/UFPE), do Grupo de Pesquisa em Educação, História e Cultura Científico (GPEHCC/UFPE) e do Grupo Florescer da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Florescer/UFRPE). Membro da Associação Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências (ABRAPEC), da Rede Brasileira de Criatividade, núcleo Recife (RBAC- Recife), Mentor do Clube Scratch Recife. Contato: fausto.muniz@ufpe.br, faustomuniz@gmail.com.

Danilo Henrique Nascimento de Melo

Estudante de Licenciatura em Física pela UFPE. Participante do programa Pibid no Colégio de Aplicação do Recife e do Programa de Residência Pedagógica no EREM Jornalista Trajano Chacon. Membro da Comunidade Scratch Recife, que faz parte da RBAC núcleo Recife. Contato: danilohenriquenascimento@gmail.com ; danilo.hnmelo@ufpe.br.

Daniele Gomes Coutinho

Estudante de Licenciatura em Física pela UFPE. Atuei como Monitora de Física no Espaço Ciência, o museu de ciência de Pernambuco, em 2017 e 2018. Participei do Programa de Residência Pedagógica em 2018 e 2019, no Colégio Militar do Recife. Atualmente, pesquiso sobre Metodologias Ativas no Ensino de Física com foco na aprendizagem criativa e encantadora.

Contato: daniele.coutinho@ufpe.br/ daniellegmcoutinho@gmail.com.

Daniel Batista da Silva Filho

Estudante de Licenciatura em Física pela UFPE. Contato: daniel.silvafilho@ufpe.br.

Carollina Vieira de Melo Lopes

Estudante de Licenciatura em Física pela UFPE. Com participação concluída no Pibid, tendo atuado no núcleo do Colégio de Aplicação da UFPE, no período entre 2018 e 2019. Participante atual do Programa de Residência Pedagógica ofertado pela UFPE, atuando no núcleo do Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), campus Recife. Contato: carollina.vieira@ufpe.br, carollinavieiraml@gmail.com.

Andreia Caroline Felix da Silva

Estudante de Licenciatura em Física pela UFPE. Entusiasta por novas abordagens didáticas e inovações em educação. Docente na rede privada há 7 anos. Iniciante no projeto Lide Educação, voltado para a reflexão do ensino de exatas de maneira inclusiva. Contatos: andreia.carol.xyz@hotmail.com e IG: @lideeducacao.

Amanda Leticia Tavares Dos Santos

Estudante de Licenciatura em Física pela UFPE. Participei do Programa de Iniciação à Docência durante 18 meses no Colégio de Aplicação da UFPE, entre 2018 e 2019. Professora do projeto de extensão CAVest desde o segundo semestre de 2019. Participante do Programa de Residência Pedagógica no Instituto Federal de Pernambuco (Campus Recife). Contato: amanda.tsantos@ufpe.br amandaltctavares@gmail.com