

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

SBF
SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE FÍSICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
CAMPUS CAMPO MOURÃO

LUIZ CARLOS GOMES FILHO

UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA
FORÇAS NÃO-CONSERVATIVAS

CAMPO MOURÃO

2019

LUIZ CARLOS GOMES FILHO

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA
FORÇAS NÃO-CONSERVATIVAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física – Polo 32, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Adriana da Silva Fontes

Co-orientador: Oscar Rodrigues dos Santos

CAMPO MOURÃO

2019

G633p Gomes Filho, Luiz Carlos.
Uma proposta de sequência didática para forças não-conservativas / Luiz Carlos Gomes Filho. -- 2019.
145 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Adriana da Silva Fontes
Coorientador: Prof. Dr. Oscar Rodrigues dos Santos
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. Campo Mourão, 2019.
Inclui bibliografias.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Didática. 3. Ensino - Meios auxiliares. 4. Aprendizagem. 5. Física - Dissertações. I. Fontes, Adriana da Silva, orient. II. Santos, Oscar Rodrigue dos, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. IV. Título.

CDD (22. ed.) 530.07

Ficha Catalográfica elaborada por
Suélem Belmudes Cardoso CRB9/1630
Biblioteca da UTFPR Campus Pato Branco

LUIZ CARLOS GOMES FILHO

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA
FORÇAS NÃO-CONSERVATIVAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física – Polo 32, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Adriana da Silva Fontes
Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
UTFPR

Prof. Dr. Michel Corci Batista
Universidade Tecnológica Federal do Paraná -
UTFPR

Profa. Dr. Mauricio Antônio Custódio Melo
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Campo Mourão, _____ de _____ 2019

Dedico este trabalho à minha família, por sempre me incentivarem dando apoio para nunca desistir. Aos meus amigos de curso por compartilharem diferentes momentos. Professores por proporcionarem o conhecimento e mostrar que aprender é transforma-nos e ajuda-nos a enxergar mais longe.

AGRADECIMENTOS

Em poucas palavras contidas em alguns parágrafos não irão atender a todas as pessoas constituintes dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas, que não faço referência entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço à minha orientadora Prof. Dra. Adriana da Silva Fontes e ao Co-orientador Prof. Dr. Oscar Rodrigues dos Santos, por sua sabedoria, a qual me direcionou nesta trajetória. Por meio dessa guia conseguiram mostrar, organizar e conduzir para a realização desse trabalho e obtenção dos melhores resultados possíveis.

Aos meus colegas de sala, por companheirismo, amizade, entre as várias qualidades de todos. Em muitos momentos, certamente com a ajuda e cooperação pude superar as barreiras e engrandecer cada dia mais.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois sem o apoio deles, seria muito difícil vencer esse desafio. Sempre incentivando e dando forças nos momentos mais difíceis, nunca se opondo, sempre proporcionando o melhor auxílio que eu poderia ter. Afinal sem eles os trabalhos se tornariam muito mais difíceis.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

“Você não pode ensinar nada a ninguém,
mas pode ajudar a pessoas a
descobrirem por si mesmas”.

Galileu Galilei

GOMES FILHO, Luiz Carlos. **Uma proposta de sequência didática para forças não-conservativas**. 2019. 145 fls. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019.

RESUMO

Nesse trabalho, apresentamos um relato de experiência, obtido pela implementação de uma sequência didática, com enfoque nas Forças Não - Conservativas. Para a busca de novas opções de abordagem a um conteúdo pouco explorado no Ensino Médio, devido a fatores como dificuldade na abordagem, comodidade e falta de materiais. A sequência didática foi desenvolvida durante o Mestrado Profissional em Rede em Ensino de Física e implementada em um colégio da rede pública de ensino da região centro-oeste do Paraná. Nossos dados foram coletados, por meio de um diário de campo e analisados, seguindo a perspectiva da aprendizagem significativa, que parte de situações, nas quais os discentes já possuem conhecimento, à algo que serão trabalhados, mas ainda falta contextualizar, com informações mais concretas. Os resultados indicaram que os conteúdos ao serem trabalhados de maneira planejada, pensando na aprendizagem dos estudantes, conseguem motivar, direcionar, aumentar a participação e capacidade de argumentação nas aulas, por meio de estimulação com materiais potencialmente significativos. São explorados nessa sequencias várias ferramentas de ensino, atividades experimentais, análise de figuras e tirinhas de Física, simuladores computacionais, softwares, aplicativos para smartphones e leitura e debate de textos informativos. Portanto, esse trabalho apresenta-se como uma possibilidade para outros professores da rede pública de ensino, pois as realidades são semelhantes.

Palavras-chave: Ensino de Física. Sequência didática. Forças não-conservativas. Aprendizagem significativa. Tecnologias da informação no ensino.

GOMES FILHO, Luiz Carlos. **Uma proposta de sequência didática para forças não-conservativas**. 2019. 145 fls. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019.

ABSTRACT

In this work, we present an experience report, obtained by the implementation of a didactic sequence, focusing on Non-Conservative Forces. For the search of new options, approach to content not explored in high school due to factors such as difficulty in approach, convenience and lack of materials. The didactic sequence was developed during the Professional Master's Degree in Networking in Physics Teaching, and implemented in a college of the public network of the central-western region of Paraná. Our data were collected through a field diary and analyzed, following the perspective of meaningful learning, where we seek to start from situations in which students already have some knowledge of what will be worked on, but still lack context, with information more solid. The results indicated that the contents, when planned in a planned manner, thinking about student learning, can motivate, direct, increase participation and argumentative capacity in the classroom, through stimulation with potentially significant materials. Various teaching tools, experimental activities, physical and physics comics analysis, computer simulations, software, smartphone applications and reading and debate of informative texts are explored in this sequence. Therefore, this work presents itself as a possibility for other teachers in the public school system, because the realities are similar.

Keywords: Physics Teaching. Didactic sequence. Non-conservative forces. Meaningful learning. Information technologies in education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 – Comportamento da bolinha no decorrer do tempo na água.....	67
Gráfico 2 – Comportamento da bolinha no decorrer do tempo no óleo	68
Gráfico 3 – Comportamento da bolinha no decorrer do tempo no detergente.....	68
Figura 1 – Composição de forças presentes sobre um corpo ao se movimentar sobre determinada superfície	30
Figura 2 – Força de Arraste sobre um corpo em queda livre, indicada pela oposição ao movimento orientada para cima	32
Figura 3 - Material do experimento para a obtenção dos valores dos ângulos críticos, cubos com materiais de diferentes texturas e a rampa.....	45
Figura 4 - Manipulação da rampa de madeira para obtenção dos ângulos críticos para descoberta posteriores dos coeficientes de atrito	47
Figura 5 - Demonstração experimental do ângulo crítico no plano inclinado	47
Figura 6 - Simulação sobre Força de atrito aplicada sobre a madeira	51
Figura 7 - Simulação dos movimentos sobre o gelo (sem atrito).	52
Figura 8 - Simulando atrito em ambientes gravitacionais diferentes Lua, Terra e Júpiter.....	53
Figura 9 – Corpos de diferentes massas sobre superfícies com ou sem atrito	55
Figura 10 – Imagem ilustrativa da atividade de verificação de aprendizagem, homem empurrando um caixote de madeira.....	57
Figura 11 – Item b, da atividade de verificação, uma pessoa realizando caminhada sobre o asfalto.....	57
Figura 12 – Tirinha da Turma da Mônica para análise de situação voltada ao atrito numa condição adversa	59
Figura 13 - a) Materiais utilizados para demonstração dos primeiros conceitos de Força de Arraste; b) recipientes com os três líquidos.	61
Figura 14 - a) Realizando o experimento em três meios diferentes, água, óleo e detergente: b) As três esferas (bolinhas de gude) aparentemente iguais	62
Figura 15 - Vídeos na água, óleo e detergente, para verificação das características.....	65
Figura 16 – Gráfico e imagem analisada no exercício número para responderem os	

questionários.....	71
Figura 17 – Imagem analisada na questão quatro, dimensões dos corpos	72
Figura 18 – Questão da atividade, para identificação das mudanças de posição durante um salto	72
Figura 19 – Imagem da questão 5 b, analisar como aumentar as Forças de Arrasto pelo aumento da área de contato com o ar	73
Figura 20 – Imagem da questão 5 c, trajes especiais para melhorar o rendimento nas modalidades esportivas de velocidade.....	73
Tabela 1 - Organização da sequência didática	37
Tabela 2 – Questões para retomada e verificação sobre conceitos de força e concentração de massa	43
Tabela 3 - Valores dos ângulos críticos dos materiais e coeficiente de atrito	49
Tabela 4 - Corpo de 50 kg em diferentes ambientes gravitacionais	54
Tabela 5 - A intensidade das forças aplicadas sobre os corpos de mesma massa em superfícies com ou sem atrito.....	55
Tabela 6 – Análise de pontos em diferentes fluidos conforme a densidade e viscosidade de cada um.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CTS	Ciências Tecnologia e Sociedade
DCEs	Diretrizes Curriculares Estaduais
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
E.V.A	Etileno Acetato de Vinila
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2. OS PROBLEMAS ENFRENTADOS PELO ENSINO DE FÍSICA	16
2.1 Ensino de Física	17
3 TEORIAS DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E SEU PAPEL NO ENSINO DE FÍSICA	20
3.1 Ferramentas para melhoria do Ensino de Física	24
4 FORÇAS NÃO-CONSERVATIVAS	28
4.1 Força de Atrito.....	29
4,2 Força de Arrasto	32
5 PROCEDIMENTOS METODODOLÓGICOS	35
5.1 Características dos sujeitos	35
5.2 Proposta de trabalho	35
5.3 Desenvolvimento das aulas	36
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
6.1 Apresentando a Força de Atrito.....	39
6.2 Aprendendo a calcular a intensidade da força de atrito e as diferenças entre atrito estático e dinâmico	43
6.3 Entendendo a diferença entre as superfícies de contato e atrito	44
6.4 Utilizando Simuladores para demonstração da Força de Atrito.....	50
6.5 Aplicação de atividade para verificação de aprendizagem da Força de Atrito	56
6.6 A Força de Arraste	60
6.7 Conhecendo os elementos da Força de Arraste	63

6.8 Analisando vídeos e gráficos com auxílio do Tracker para verificação da velocidade limite.....	65
6.9 Aplicação da atividade de verificação de aprendizagens sobre a Força de Arraste.....	70
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS.....	77
APÊNDICES	82
APÊNDICE: PRODUTO EDUCACIONAL.....	83
ANEXO.....	142
ANEXO: TERMO DE CONSENTIMENTO DA ESCOLA PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	143

1 INTRODUÇÃO

O ensino e aprendizagem de Física passam por dificuldades, essas por sua vez, conforme afirmam VEIT & TEODORO (2002), interferem na apreensão dos estudantes. Vários fatores prejudicam o saber, como os sociais, econômicos, transtornos e diversas síndromes.

Para Almeida (2002), não somente os estudantes apresentam dificuldades diversas, mas também os professores, que muitas vezes têm algumas restrições na sua formação inicial, falta de atualização e cursos de formação continuada.

Assim as ferramentas de ensino, quando bem planejadas e inseridas de maneira correta, são importantes aliadas para professores.

Dessa forma, novas metodologias usadas são atreladas a experimentação e a novas tecnologias da informação, surtem efeitos significativos para a aprendizagem. Porém, essas atividades devem ser planejadas de maneira coesa, para evitarem desconexões entre os conhecimentos, que ocasionam mais confusões na mente dos alunos (MOREIRA, 2001 p. 20-22).

Um exemplo de saber, que deve ser trabalhado de maneira dinamizada, por meio das tecnologias da informação e manipulação, são as forças, pois, está presente em nosso cotidiano, porém, não conhecemos os conceitos, e, às vezes, não nos apropriamos corretamente dos fundamentos das mesmas. Assim, mesmo sem saber das concepções, as pessoas utilizam esses conhecimentos empiricamente mediados pelo senso comum usando métodos de erros e tentativas.

Na classificação, as forças se distinguem em duas categorias, que são as conservativas e não-conservativas ou dissipativas. Embora exista essa distinção, a maioria dos livros didáticos expõem apenas situações conservativas. Nessas não ocasionam perda de intensidade para diferentes influenciadores.

Apesar dos livros enfatizarem as forças conservativas, em situações do cotidiano utilizamos ambas, pois, sistemas perfeitos de conservação não são frequentes, sempre ocorre perda por mínima que seja.

Assim, as forças dissipativas exercem influências sobre o movimento dos corpos. A força de atrito encontra-se mais eficiente entre objetos sólidos e alguma superfície, sempre em oposição ao movimento e deve-se considerar características

como polimento, aspereza, as quais proporcionam os coeficientes de atrito (YOUNG, 2016 p. 111-112).

Força de Arraste também influencia, porém relaciona-se em meios viscosos onde, interferem na velocidade, principalmente, em queda livre. Constituindo os coeficientes de arrasto, porém, as dimensões e área superficial também devem ser consideradas (HALLIDAY, 2016 p. 130-131).

Devido a necessidade de conhecer melhor as forças dissipativas, o presente trabalho traz um relato de experiência realizado em um colégio da rede estadual pública de ensino. Consta na aplicação de uma sequência didática para abordagem de força de atrito e arraste, com atividades experimentais, simuladores, textos e recursos tecnológicos em softwares. Procurando alcançar a aprendizagem significativa em evidências percebidas por meio de interações, comprometimentos, realização de atividades.

Com o objetivo de apresentar uma proposta de sequência didática, na perspectiva da aprendizagem significativa, elaboramos e aplicamos essa sequência para demonstrar como as atividades, planejadas são mais efetivas no processo de ensino aprendizagem.

Organizamos o trabalho em cinco capítulos, o primeiro destina-se a apresentar problemas relacionados ao Ensino de Física, e discussão dos fatores que interferem diretamente prejudicando o ensino de física. O segundo apresentar e discutir a aprendizagem significativa e os seus aliados às ferramentas de ensino e como cada uma contribui em diferentes aspectos.

No terceiro, apresentar o tema sobre as Forças Não-Conservativas e onde se encontram aplicadas no cotidiano. No quarto, apresentamos as metodologias utilizadas, organização dos recursos didáticos e os momentos em que foram trabalhados. O último, o relato de como essas atividades foram significativas para a aprendizagem.

Trabalhamos uma sequência de dez aulas, iniciada por Força de Atrito, em seguida Força de Arraste. Na aplicação, consideramos os aspectos qualitativos, que contemplam as evidências de aprendizagem significativa.

2 OS PROBLEMAS ENFRENTADOS PELO ENSINO DE FÍSICA NO CONTEXTO ATUAL

A princípio, para se discutir o ensino nas escolas públicas, consideramos a organização, funcionamento, estrutura interna das instituições de ensino. Também se a função de formação dos indivíduos está contribuindo para a superação das barreiras, a fim de tornar a sociedade mais igualitária, por meio dos conhecimentos transmitidos, objetivando estudantes mais capacitados, poderosos e atuantes (BUENO, 2010 p. 103-104).

Porém, em contextos atuais, as políticas educacionais não resolveram os problemas, acarretando crises sérias na educação. Dessa forma, atingindo várias disciplinas do currículo, mas nas áreas das exatas, transpõem-se em níveis mais acentuados, em decorrência de diversos fatores.

A minoria dos estudantes sente aptos à aprendizagem de Física, o restante considera-a como, difícil, sem aplicação, abstrata entre outros.

Entre os diversos problemas de ensino, nos campos metodológicos, são frequentes as reclamações por abordagens tradicionalistas, pautadas em fórmulas e resolução de problemas, exigindo somente decorá-las e aplicá-las após identificação de dados.

Talvez seja um dos grandes problemas, a construção de ideias diferentes, pois, a Física compõe vastas áreas aplicacionais, principalmente em desenvolvimentos tecnológicos voltados ao bem-estar da população (OLIVEIRA: VIANNA: GERBASSI, 2007 p. 447- 448).

De ordem estrutural, competentes a instâncias especificamente governamentais, devido a necessidade de estudos práticos para a compreensão. Esbarramos em falta de equipamentos, laboratórios, técnicos especializados e preparo dos docentes, comprometendo a melhoria do aprendizado, pois, impossibilita realização de atividades diferenciadas, não possibilitando a interação, discussão de ideias, reflexão, construir possíveis soluções e testá-las.

É necessário o uso das metodologias diferenciadas com o objetivo de melhorar o ensino, desenvolvidas a partir de situações reais, conforme as possibilidades de cada conteúdo tornando-as inovadoras, a fim de, formar o indivíduo mais interessado pela disciplina de Física. São simuladores

computacionais, atividades experimentais, jogos didáticos, histórias em quadrinhos, vídeos, filmes, software e aplicativos de smartphones.

Devido a contextos atuais, não basta os professores terem domínio do conteúdo a ser ensinado e serem adeptos de uma única metodologia. Por isso, as disciplinas de formação pedagógicas são essenciais à formação dos profissionais da educação. Por meio delas, conhecerão várias metodologias que podem ser aplicadas em sala de aula. Porém, é necessário saber, a maneira mais adequada de abordagem sobre determinados conteúdos, a partir disso, escolher as ferramentas disponíveis mais adequadas, a sua prática pedagógica.

2.1 Ensino de Física

O ensino de Física vem enfrentando diversos obstáculos, como a falta de cursos de formação continuada a docente, os quais acarretam disparidade entre modelos de ensino e sociedades, evoluções constantes, que deveriam levar ao aprimoramento em todas as áreas. Dessa maneira, o ensino no Brasil, não acompanha diretamente, custa a obter modificações, por falta de investimentos ou resistências (VEIT&TEODORO, 2002, p.88).

Nesse sentido, estudantes se modificam, gerações são outras, porém, as escolas permanecem iguais. Evidenciando choques de ideias, distantes entre si bastam perceber a existência de separação e identificação de professores “imigrantes” e estudantes “nativos digitais”.

Portanto, atualizar e melhorar práticas pedagógicas são fundamentais para tornar as aulas mais dinâmicas e motivadoras. Hoje existem diversas ferramentas de ensino com potencial inovador, porém, falta tempo e pessoas qualificadas para desenvolvê-las (ALMEIDA, 2002 p.157).

Carga horária insuficiente também traz consequências graves, inclusive são debatidas constantemente. Com o passar do tempo, ocorreu redução de horas-aulas semanais por turmas, obrigando professores aumentar quantidades de classes consequentemente elevando número de alunos, porém os currículos permanecem os mesmos sobrecarregando-os.

Constantes reformulações do ensino, considerando tendências e momentos educacionais, contribuem para as dificuldades encontradas no ambiente escolar. Em determinadas épocas, as disciplinas tinham tal finalidade, após, modificou-se totalmente suas visões, ou seja, ausência de programas duradouros sem verificação de erros e acertos.

A história educacional brasileira mostra que principalmente o ensino de ciências, teve severas modificações, sem oferecer bases necessárias para bons desenvolvimentos (NASCIMENTO, 2012 p. 228-233).

Outro agravante contemporâneo considerado modismo é auto identificação por áreas de conhecimentos. Falas frequentes são ouvidas como “eu sou de humanas”, “eu sou de exatas” e assim por diante, nesse palavreado automaticamente o indivíduo intitula-se, considera-se exclusivo de um campo e isolando-se.

Porém, falta-o compreensão da função do Ensino Médio, em apresentar vários eixos, fazê-los conhecer um pouco de cada área de conhecimento, para possivelmente no futuro definir uma carreira a ser seguida. Acontecem inversões ocasionando problemas de formação para atuação em sociedade, ou seja, as bases que deveriam serem sólidas ficam fragilizadas, por escolhas errôneas na trajetória do Ensino Médio.

Não menos preocupante, a falta de interesse dos discentes em aprender o proposto. Isso envolve caráter social, econômico, entre outros, constituindo preocupações constantes. Chegando a situações complicadas, que parecem ser problemas monstruosos, sem soluções aparentes (GATTI, 1996 p. 85-87).

Nesse contexto, os que deveriam ser mais interessados, somente comparecem por questões externas, sejam de compromissos de trabalhos ou obrigatoriedade de programas sociais. Causando transtornos, pois, atrapalham o tempo todo, não aproveitam os conteúdos, comprometendo a aprendizagem dos demais colegas, estão presentes apenas para obterem um título obrigatório, porém sem aproveitamento.

Considerando que a aprendizagem leva os indivíduos à inserção na sociedade e o conhecimento oferecido pode torná-los constituintes a participarem do meio social onde se encontram. A não ocorrência acarreta grandes prejuízos, pois,

automaticamente se privam dessa participação, e, além do mais, ficam totalmente relapsos aos acontecimentos.

Assim, a aprendizagem também se constitui como cultura de própria identificação do sujeito para ser integrante de determinado meio. Ao comparar isso no cotidiano, verificam-se grupos, que o conhecimento advém da aprendizagem, se formam e podem discutir assuntos sobre determinados temas, nos quais pessoas leigas permanecem alienadas. Ou seja, deter conhecimento também eleva a patamares maiores e tudo isso começa dentro das escolas (POZO, 2008 p.23-25).

3 TEORIA DE APRENDIZAGEM E SEU PAPEL NO ENSINO DE FÍSICA

De modo geral, quando a escola não é capaz de estimular os componentes básicos da aprendizagem, motivação e cognição, dizemos que ela exige aquilo que não oferece. Assim, deixa-se de aprender a aprender, torna-se impossibilitado obter sucesso.

A aprendizagem dos estudantes, na maioria das vezes, bastante debilitada, acentuam as dificuldades com o evoluir da escolaridade, se tornam mais constantes, que auxiliam a estruturar deficiências nos seus hábitos de estudo e assimilação (ALMEIDA, 2002 p. 159).

Em pesquisas e estudos realizados por diversos autores, são relatadas existências de aprendizagens diversas, sendo assim, constata-se as necessidades de metodologias diversificadas.

Outra consideração é não poder ter conclusões se estudantes assimilaram corretamente ou não, após adoção de metodologias, apenas verificar indícios de aprendizagem. Devido à complexidade entre o aprendido e apresentado, um fator importante é notar evidências por meio de comportamentos, entusiasmos e interesse dos discentes, durante a aplicação de conteúdo, atividades práticas, investigativas, reflexivas entre outros (ZIMMERMANN; EVANGELISTA, 2007 p. 265-269).

Um problema grave relatado é o distanciamento das escolas e dos estudantes por meio da linguagem usada pelos professores, autores de livros didáticos e teóricos. Caracteriza-se como faceta fundamental para o sucesso ou fracasso escolar, pois, constituem-se um núcleo tanto em deficiência como diferenças culturais (LABURU, 1996 p. 24-26).

Assim, as linguagens usadas nesses espaços em grande maioria encontram-se distanciadas a passos longos. Seria fundamental buscar formas para que a linguagem seja mais próxima e atinja os educandos com maior frequência. Certamente, existem muitas maneiras de explicar os mesmos assuntos, quando distantes de entendimento, causa desinteresse, aversão à disciplina, falta de comunicação.

A falta de transposição adequada leva os estudantes a não assimilar os conteúdos corretamente, de acordo com o que está sendo transmitido, longe de

alcançar sentido, devido à falta de apropriação correta e a dar significado ao proposto (VILLANI; NASCIMENTO, 2003 p. 187-189).

O ensino nas escolas tende a seguir linhas tradicionais, baseado em exposição e memorização. Sendo os alunos, unicamente, preparados para aplicar regras em determinada situação e esquecer-las posteriormente.

São decorrentes do ensino por memorização, aprendem exclusivamente para realização de exames. Esse tipo de metodologia possui pontos positivos, porém, sem duração em longo prazo, por isso, ao refletirmos sobre o aprendizado, precisamos contextualizar os conteúdos melhor para dar significação ao que foi apresentado (ASSIS, 2005 p. 54-56).

Por falta de contextos, nos quais determinados conteúdos operam no cotidiano, os estudantes não conseguem aplicá-los propriamente em situações reais. Estes conhecimentos detêm importantes aspectos implícitos, na cultura de observar e produzir ferramentas.

Os estudantes, que têm prática dos aspectos do conhecimento, possuem facilidades para construir modelos operativos influenciados pelos contextos de aplicação, ou seja, devem ser ensinados em visões integradas à situação empírica (BARRENECHEA, 2000 p. 140-141).

Mas como seria isso? Na procura de dar significado ao ensinado, sempre aparecem controvérsias entre professores. Alguns insistem em práticas educacionais com justificativas de serem adotadas há anos e obterem resultados, quantitativos. Infelizmente, ainda vivemos reféns do modelo escolar, o qual preza o valor, repercute em exames posteriores, não aprendizagem.

É como se nossos estudantes tivessem que ser preparados para aquilo e nada mais. O importante é atingir o máximo de aprovações possíveis em vestibulares, melhores notas no ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), entre outros. Ou, ainda, mais preocupante, aprovados para evitarem estatísticas negativas nas escolas, nessas situações, professores aprovam ou são obrigados a facilitarem o máximo possível.

Nosso foco é direcionar os conteúdos para proporcionar maior sentido ao ensinado. Na ciência, assim como demais áreas, tudo têm o motivo de ser descoberto. Porém, muitas vezes, na disciplina de Física, ainda perduram os modelos, principalmente, em livros didáticos que fragmentam os conteúdos,

apresenta-se fórmulas de resolução matemática, aplicando-se apenas a exercícios de níveis variados. Articular conhecimentos seria promover visões de mundo, as compreensões dinâmicas do Universo capaz de transcender os limites temporais e espaciais (MEC; SEMTEC, 2002 p.229-230).

Para superação das barreiras, as quais rotularam a disciplina no decorrer dos anos, encontramos propostas para obter maior relevância e conseguir a “Aprendizagem Significativa”. Ao dar sentido para aquilo que foi ensinado, procuram-se correlações ao apresentado, a partir disso, permite-se aprender de maneira concreta. Esse processo envolve vários sentidos, o principal acontece na estrutura cognitiva.

Como representante do cognitivismo, Ausubel propõe uma explicação teórica no processo de aprendizagem, segundo o ponto de vista cognitivista, embora reconheça a importância da experiência efetiva. Para ele, aprendizagem significativa consta em organização, integração do material na estrutura cognitiva. Como outros teóricos do cognitivismo, o conteúdo total de ideias do indivíduo, organiza-se em uma área particular dos conhecimentos (MOREIRA, 2001 p. 17-25).

Novas ideias e informações podem ser aprendidas, retidas à medida que conceitos relevantes e inclusivos estejam adequadamente disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo, funcionando como ponto de ancoragem às novas ideias e conceitos, permanecendo com o indivíduo por mais tempo.

Porém, o esquecimento também faz parte da aprendizagem significativa, seria um erro acreditar em sua permanência constante. Mas esses conceitos permanecem como um resíduo, ligados aos subsunçores e poderão ser novamente reaprendidos com facilidade. Apresenta assim, diferenças marcantes entre a aprendizagem mecânica, ou seja, na primeira, a retenção é maior, e a reaprendizagem é relativamente fácil. Já com a mecânica ocorre pouca retenção e esquecimento total após algum tempo (MOREIRA, 2010 p. 21).

Entretanto, a experiência cognitiva não se restringe a influência direta dos conceitos já aprendidos, eles servem como base para se alcançar o novo. Ocorrem processos de interação funcionando de ancoradouro, abrangendo, integrando-o, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem.

A aprendizagem significativa é um processo, no qual a nova informação relaciona-se a aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do

indivíduo, ou seja, envolve interação da nova referência com a base do conhecimento específico, existente a estrutura cognitiva. Estruturas significativas significam, portanto, estrutura hierárquica de conceitos, representações de experiências sensoriais (TAVARES, 2010 p. 4-7).

Evidências da aprendizagem significativa constituem-se em tipos representacionais, envolvem atribuição de sentidos a determinados símbolos, identificação com seus referentes, nos quais passam a representar, para o indivíduo, algo mais contextualizado e concreto. Aprendizagens de conceitos, em certa forma representacional, são genéricas ou categóricas, representam abstrações dos atributos referenciais e regularidades em eventos ou objetivos (MOREIRA, 2000 p.98).

Na aprendizagem proposicional, contrária a representacional, a tarefa não é aprender o que palavras isoladas ou combinadas representam, mas o significado de ideias em forma de proposição, essas combinadas em sentenças para construir conceitos. É compreender significados expressá-los verbalmente por meio dos conceitos sob forma de proposição, ou seja, aprender significado além da soma definitivas das palavras (MOREIRA, 2015 p. 159-165).

Os organizadores prévios servem de âncora para nova aprendizagem e levam ao desenvolvimento de conceitos subsunçores, esses facilitam a aprendizagem. Seu uso consta como estratégia proposta por Ausubel, deliberadamente, manipula estrutura cognitiva, a fim de facilitar aprendizagem significativa.

Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do próprio material a ser aprendido. Sua principal função é servir de ponte de ligação ao que o aprendiz já sabe e deverá saber, ao fim possa ter aprendido significativamente, ou seja, são úteis e funcionam como pontes cognitivas.

O aprendiz pode fazer ligações entre o material apresentado e o conhecimento, que já possui em assuntos correlatos. Estará construindo significados pessoais para essas informações apresentadas, transformando-as em conhecimentos, e significados sobre os conteúdos apresentados. Isso não é uma apreensão literal da informação, mas percepção substantiva do material apresentado, e assim configurando parte da aprendizagem significativa (TAVARES, 2008 p. 94-95).

A principal função é superar o limite entre o que aluno traz e ao que deve ser adquirido. Permite promover molduras ideacionais para incorporação e retenção do conhecimento, bem como aumentar e diferenciar entre outro já incorporado na estrutura cognitiva ou, ainda ressaltar ideias ostensivamente conflitivas (MASINI, 1993 p. 25-30).

São mais eficientes quando apresentados, logo de início em tarefas de aprendizagem, ao invés de introduzidos simultaneamente com material o aprendido, pois dessa forma, suas propriedades integrativas ficam salientadas. Precisam formulações em termos familiares aos discentes, para que possam ser aprendidos, devem contar com boa organização do material para terem valor de ordem pedagógica (MOREIRA, 2001 p. 20-22).

Vale lembrar, que para a aprendizagem significativa acontecer, é necessária à predisposição dos educandos. Eles precisam de disposição para aprender, tornando os professores mediadores, que utilizarão diferentes métodos para deixar o conteúdo mais significativo.

Isso não significa que os estudantes aprendem sempre de maneira adequada, no caso da Física, poderá acontecer. De alguma forma, a troca de significados poderia não ocorrer de maneira significativa, levando a contextualizações errôneas, por essas concepções já estarem nas estruturas cognitivas dos discentes, encarnadas aos conhecimentos prévios (MOREIRA, 2015 p.178-179).

Assim, para alcance da aprendizagem significativa, é necessário conhecimento de um processo, desde o jeito como vai usar diferentes materiais com potencial pedagógico, até a forma como os educandos constroem as ligações para adquirir o conhecimento científico.

3.1 Ferramentas para melhoria do Ensino de Física

No modelo atual de ensino adotado, nas aulas de Física, docentes mencionam conteúdos, ficam imaginando e esperam dos estudantes a mesma reação. Porém, a diferença básica está no conhecimento e como podem alcançar as expectativas, mas em muitos casos, isso não acontece, permanecem distantes, como se houvesse abismos profundos entre professores e alunos.

Assim como em todas as disciplinas, ciências da natureza possuem várias aplicações, em benefício ou não das sociedades. Por isso, seu conhecimento é tão importante para associar a vida e atividades desenvolvidas diariamente, a fim de despertar maior interesse e atingir resultados satisfatórios.

Pois, de maneira geral, estudantes já trazem consigo bagagens de conhecimentos e podem ser aproveitadas, para colocá-los mais próximos da situação e compreender o mundo físico que os cerca (CARVALHO, 1989 p.3).

Assim, os estudantes possuem concepções sobre a Física, mesmo que não sejam adequadas. Naturalmente, trazem um discurso, que conseqüentemente atribuem significados a termos científicos, na maioria das vezes, retirados do senso comum, integrantes de concepções que para eles parecem ser coerentes. Dessa forma, podemos confrontar ideias e construir bases sólidas de conhecimentos científicos, a partir dessas concepções e chegar ao saber sistematizado (FIOLHAIS; TRINDADE, 1999 p. 188-193).

As clássicas repetições para aprender devem ser evitadas na medida do possível. Pois deve assegurar autoestruturação significativa, ou seja, autonomia dos estudantes. Nesse sentido, sugerem-se realizar a aprendizagem significativa por si próprios, o mesmo que aprender a aprender. Assim, garantem-se compreensão e a facilitação de novas aprendizagens ao ter um suporte básico na estrutura cognitiva prévia construída pelo sujeito (PELIZZARI, 2002 p.39).

Nesse sentido, faz-se necessário trazer as interligações entre os conteúdos abordados da realidade vivenciada, em consonância com tendências educacionais. No processo de ensino objetiva-se dar mais sentido ao que ensinar correlacionando com a realidade.

Dessa maneira, trazê-lo mais próximo, para despertar o interesse na disciplina, assim estimulá-los por meio de atividades (MOREIRA, 2000 p.98).

Considerando que a Física explica muitos fenômenos da natureza em ordem de desenvolvimento, é compreendê-la essencial para entender a essência e os objetivos de diversos conteúdos trabalhados.

Com isso, vem sendo utilizadas ferramentas para enriquecimento e aprendizagem mais abrangentes. Os indivíduos capazes de pensar e agir sobre meios refletindo, contribuindo para solidificação na aprendizagem. Nessa

abordagem deve-se ensinar aproximando à realidade, construindo sentido, assim a tendência de gerar aprendizado mais efetivo (SEED, 2008, p.25).

Para ter estudantes mais ativos é necessário, em vários momentos, a utilização de ferramentas, as quais propiciem reflexão e interação. Uma delas, a experimentação, estabelece-se melhores compreensões de conceitos, ligações com a realidade.

Dessa forma, ficam dotados de instrumentos geradores de dados disponíveis para reflexões, ampliando a capacidade argumentativa. Ao realizar um experimento, temos objeto, manipulação do concreto, interação por órgãos do sentido, contribuindo para deduções e considerações abstratas sobre o observado (VILLATORRE, 2009, p.103).

As histórias em quadrinhos, tirinhas também são interessantes, com ou sem texto, por meio das imagens fazem os alunos observar, analisar e compreender melhor as propostas, possibilitando conclusões. Com caráter explicativo, no qual o enredo tem função de explicar fenômenos físicos, ilustrativo, que apresenta representações, elementos motivadores aos estudantes a se interessarem em pesquisas sobre temas estudados, instigando a refletirem sobre o assunto (TESTONE, 2004 p.21-28).

Mediados por simuladores, os discentes conseguem, observar fenômenos com maior exatidão. Reproduzindo o estudado, e, por isso, se torna grande aliado no processo de ensino-aprendizagem. Utilizando-os, alunos e professores podem desenvolver aprendizagens colaborativas, ativas, facilitadas, as quais proporcionam ao aprendiz construir sua própria interpretação acerca do assunto, interiorizando informações e a transformando de forma organizada. Assim, sistematizando-as para construir conhecimentos (HECKLER et al, 2004 p. 267).

As linguagens audiovisuais proporcionam interações, por estímulos dos órgãos sensoriais, contribuindo para a apreensão dos conhecimentos elaborados cientificamente. Facilitando e direcionando as discussões de conceitos físicos a partir da visualização e análise crítica dos educandos (MORAN, 1995 p. 28).

Programas computacionais, atrelados a tecnologias de aplicativos de smartphones, também contribuem e aproximam os estudantes da disciplina. Essas tecnologias ao serem utilizadas possibilitam interação entre alunos e professores

enriquecendo as aulas e superando dificuldades (ARAÚJO; MAZUR, 2013 p. 364-366).

Outro contribuinte é a utilização de leituras dinâmicas, sejam elas, para informações ou curiosidades atreladas a fatos do cotidiano dos estudantes ou sobre contextos históricos, nos quais trazem a localização do tempo, sobre acontecimentos e revoluções. Essas leituras localizam e informam ao mesmo tempo, pois, por meio delas, é possível demonstrar que a ciência não evoluiu de maneira linear, mas sim, por meio de buscas a respostas. Durante esse processo, notamos também a construção e destituição de teorias, comprovando como características de cada tempo influenciaram positivamente ou negativamente em sua evolução (ASSIS & TEIXEIRA, 2003 p. 46-49).

Com o uso de ferramentas de ensino objetiva-se proporcionar conteúdos em formas mais diversificadas e dinamizadas para serem ensinados. É pretendido utilizá-las com maior frequência, a fim de mostrar aplicações e reproduzir diversas situações do dia a dia.

4 FORÇAS NÃO CONSERVATIVAS

Conceitualmente ligada à realização de várias atividades em nossa existência, as forças são fundamentais, apresentam definições mais concretas, a partir da conclusão da Mecânica Clássica, com Newton. Porém, desde a antiguidade seu uso era frequente, na aplicação de técnicas para diversas tarefas.

Temos técnicas diversificadas já catalogadas nas construções das pirâmides do Egito; na Mesopotâmia usada para sistemas de irrigação; na China antiga uso da força hidráulica para transmitir energias e, assim, ajudar na fundição de metais. Também, Arquimedes com suas invenções, que utilizavam alavancas e catapultas, entre outros (ROONEY, 2013 p. 74-75).

Porém, os conceitos da Física de caráter experimental demoram a evoluírem, por muito tempo ou até em momentos atuais, concepções Aristotélicas fazem parte do cotidiano de muitas pessoas. Relacionadas, em sua maioria, com o movimento dos corpos, de modo geral, fazem parte de conhecimentos adquiridos do senso comum (PEDUZZI, 1996 p. 58-61).

Conhecimentos, como esses, precisam ser trabalhados para formalização de conceitos científicos, ou seja, é preciso buscar naquilo que o estudante já sabe e sistematizá-lo, de convívio do meio, apoiar para se chegar a bases mais sólidas.

Voltado a isso, percebemos que as forças possuem conceitos essenciais presentes em nossos cotidianos, ao mencioná-las, geralmente, lembra-se de algumas aplicações, porém pouco se refletem sobre suas origens, importâncias.

Existem diversificadas forças interagindo conosco, a todo o momento, usadas em situações frequentes, entretanto não pensamos o porquê de sua existência. Na realização de simples tarefas, como estarmos em pé e caminhar sobre uma superfície, elas estão presentes (DOCA, 2016 p.117).

Em amplitudes maiores, referem-se a nossa existência, desde a formação do planeta Terra pela ação de forças gravitacionais, movimentos realizados em torno do Sol, até uma possível explicação de fenômenos naturais ou forçados pelos seres humanos (EVANGELISTA 2011, p. 314).

Conceitualmente, a força é uma interação entre dois corpos ou entre um objeto e o ambiente. Nesse processo, existem diferentes tipos, que envolvem contato direto, como ato de puxar ou empurrar objetos, nesses estão presentes as

forças de contato; exercida por diferentes superfícies sobre um corpo por meio do apoio temos a de reação normal; transmitida por cordas, cabos ou linhas a de tensão ou tração; força peso, por meio da atração gravitacional entre corpos; forças de longo alcance, ao termos corpos muito afastados interagem-se; a força de atrito atuante em contraste exercida sobre um objeto paralelamente a superfície de contato, mas em sentido oposto ao deslizamento; e a força de arrastes sobre corpos em movimentos em fluidos líquidos ou gasosos, entre outras (YOUNG, 2016 p.111)

Considerando os tipos diferentes de forças separam-se em conservativas e não-conservativas. Em diferentes sistemas analisados desempenham divergentes papéis, algumas projetam corpos a favor do movimento outras contra, perdendo intensidade. Especialmente as dissipativas, agem em escalas microscópicas em momentos em que ora beneficiam ora atrapalham.

A força de atrito, que é muito importante, pois, se ausente não conseguiríamos desenvolver várias atividades, fundamentais para explicar diversos movimentos, interações, componentes de segurança, entre outros. Na maioria dos casos, poucas vezes para pensar e dar atenção a sua existência. Embora presente a todo instante, principalmente na movimentação dos corpos, é esquecida totalmente (PEDUZZI, 1996 p. 55-56).

Por outro lado, são problemas para atletas, que buscam quebra de recordes, atrapalhados pela resistência do ar, água e superfícies, fluídos. Praticantes aplicam técnicas desenvolvidas com o passar do tempo, na finalidade de melhorarem a adesão e conseguir resultados satisfatórios (ARTUSO, 2013 p. 115-116).

Para burlarem as resistências, os formatos de veículos, carros, pneus, vestuários são diferenciados dos convencionais, justamente para alcançarem velocidades superiores e minimizar as resistências ao máximo. Foguetes espaciais com designer diferentes para superar a resistência do ar atmosférico terrestre, aviões usam princípios parecidos. Entre tantas outras aplicações encontradas para esses tipos de situações (YUONG, 2016 p. 156).

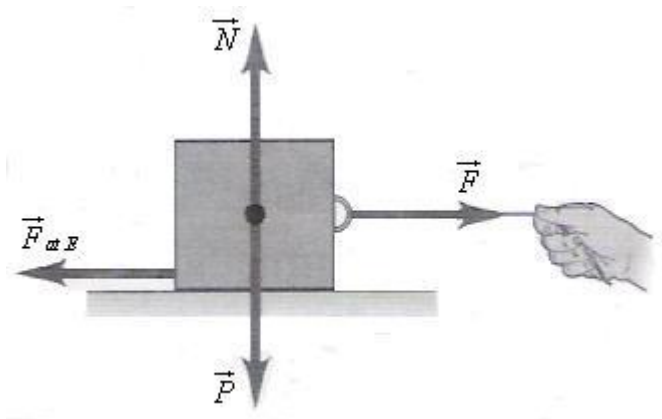
4.1 Força de Atrito

A força de atrito atua sobre proporções muito pequenas, ao deslizar sobre uma superfície um corpo constrói e rompe ligações microscópicas simultaneamente. A força de atrito produzida, no processo de movimentação, decorre da interação entre as moléculas em determinados pontos, onde ocorre a interação entre superfícies de contato e o corpo, conforme este se movimenta. Nessa região, que se justapõem, ocorrem fortes adesões superficiais devido às forças interatômicas, caracterizado como a solda. Na ocorrência de movimento, o atrito sobre o material/objeto causa ruptura e reconstrução continua em novos pontos (GREF, 2006 p. 232).

Para a existência de movimento, é preciso superação do atrito, pois se faz necessária, a existência de outra força com intensidade maior. Assim, faz o corpo onde está sendo aplicado movimentar-se, porém, nunca deixará de existir, basta deixar de aplicar e perderá velocidade, até retornar ao repouso (SANT'ANA, 2013 p.124).

De modo geral, envolvem muitas situações conhecidas e vivenciadas. Mas também, é importante conhecer os diferentes tipos de atrito, que possuem maior ou menor intensidade. Em cada caso temos uma situação, que está presente outro elemento, os coeficientes de atrito, esses variam conforme a situação, figura 1.

Figura 1 - Composição de forças presentes sobre um corpo ao se movimentar sobre determinada superfície.



Fonte: https://www.google.com.br/search?q=for%C3%A7a+de+atrito&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjsoOTLwvgAhU7HbkGHUjBApoQ_AUIDygC&biw=1366&bih=657#imgrc=ZOWGfocTFvhycM.

O atrito pode ser descrito pela equação relacionando a Força Normal, seu coeficiente de atrito particular;

$$F_{at} = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g \quad (1)$$

A equação acima pode ser diferenciada, conforme cada caso descrito, sendo assim, o atrito apresenta maior ou menor intensidade (BONJORNO, 2016 p.142-144).

Como a Força Normal é diretamente proporcional à massa de um corpo, pois a gravidade se mantém constante. Então, aumentado à massa a Força de Atrito também se intensifica. No caso, se tivermos a possibilidade de manipular um corpo e aumentar ou diminuir a sua massa, é possível verificar que a força necessária para deslocá-lo, aumenta se a massa fica maior, ou diminui se o corpo ficar mais leve (YOUNG, 2016 p. 157).

Em interações entre corpos sólidos, o atrito se separa em três tipos conhecidos, o primeiro deles é o Estático, encontrado em um corpo parado/repouso. Quando se aplica uma força F na horizontal e ele não se movimenta, o atrito estático exercido pela superfície equilibra-se a força aplicada. A força de atrito estático varia de zero até valores máximos, dependendo de diversos fatores.

Outro tipo atrito, Dinâmico ou Cinético, nesse caso, aparece quando se aplica força sobre objetos, que já estejam deslizando sobre uma superfície, contrária ao movimento do corpo. Assim, para mantê-lo nessa condição com velocidade constante, deve-se exercer uma força de mesmo módulo e sentido oposto ao atrito. Uma característica importante é que corpos em movimento necessitam de menor intensidade de força, do que em repouso.

E o atrito ao Rolamento, quando uma roda rola com velocidade constante ao longo de uma pista rígida e ideal sem deslizar, nenhuma força diminui seu movimento. No entanto, uma vez, os pneus e as pistas reais deformam continuamente, tendo em vista desgastes ao longo do tempo. A pista exerce força de atrito de rolamento, oposta ao movimento. Assim, para mantê-la rolando com movimento constante, se deve exercer força sobre ela, igual em módulo e oposta em sentido (TIPLER, 2003 p. 130-131).

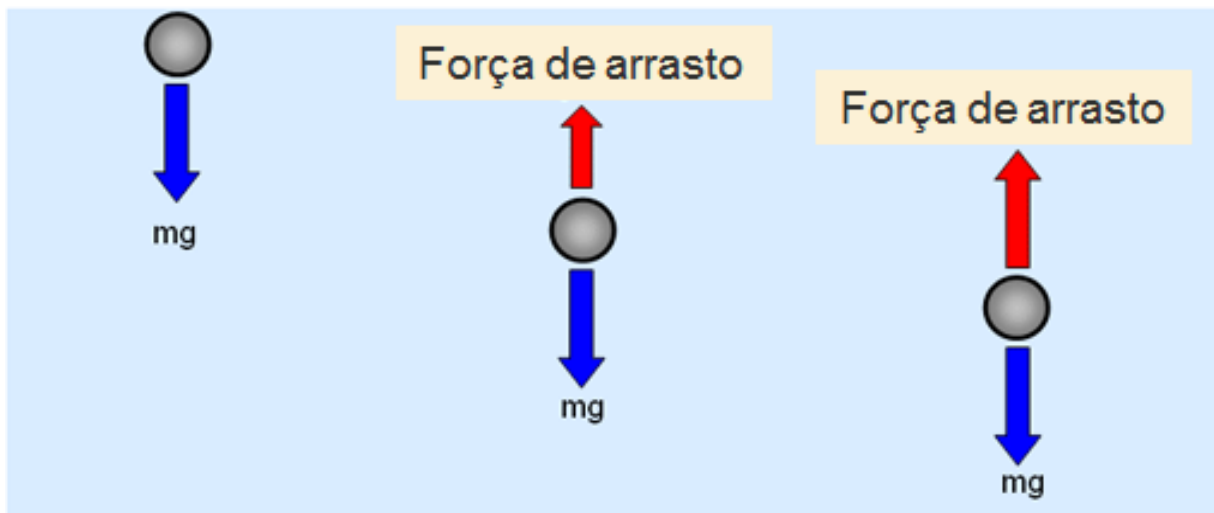
O atrito também gera desgaste entre os corpos, em casos de uso de óleo lubrificantes em motores automotivos, para diminuir atritos entre as peças, conseqüentemente, desgastes tornam-se menores, aumentando o tempo de vida útil (GONÇALVES FILHO, 2016 p. 25).

A lubrificação não diminui somente o atrito em caso de desgastes de motores, mas também na locomoção de corpos. Em dias chuvosos, quando ocorre alteração das condições das pistas, a água é um fluido, o qual o diminui consideravelmente. Por isso existem normas de segurança a serem seguidas, como diminuição na velocidade, aumento na distância entre veículos e verificação das condições de rodagem dos pneus dos automóveis (PALMA & PRADO, 2011 p. 109-110).

4.2 Força de Arraste

Integrando-se na categoria de dissipativas, a Força de Arraste é outra com comportamento de oposição aos movimentos. Depende de características particulares, a viscosidade do meio, onde está o objeto em deslocamento, nos gasosos é menor, porém, líquidos intensifica-se, figura 2.

Figura 2 – Força de Arraste ou Arrasto sobre um corpo em queda livre, indicada pela oposição ao movimento orientado para cima.



Fonte: https://www.google.com.br/search?q=for%C3%A7a+de+arrasto&source=Inms&tbn=isc&sa=X&ved=0ahUKEwipY_QxevgAhXBFrkGHWJkAPEQ_AUIDygC&biw=1366&bih=657#imgrc=Pn4K0z8I1FPe2M.

Também é importante considerar as dimensões de um corpo em movimento, pois, quanto maior for mais irão interferir na velocidade dos corpos. Aumenta a resistência em relação ao ar, e pode ser descrita pela equação:

$$F = K v^2 \quad (2)$$

F identifica-se como intensidade da força dos fluídos, K é o coeficiente dependente da forma do corpo, da densidade do ar e área de seção do corpo perpendicular à direção do movimento (DOCA, 2016, p. 111-112).

Explorando mais os fluidos como substâncias, em geral, gasosos ou líquidos, capaz de escoá-lo, ao existir uma velocidade relativa entre um corpo sólido e um fluído, esse experimental a Força de Arrasto opositora ao movimento e paralela à do movimento no fluído.

$$D = 1/2C\rho Av^2 \quad (3)$$

C é conhecido como coeficiente de arrasto do meio, onde o objeto se movimenta, ρ (rô) é a densidade do ar, A é a área de seção reta do corpo.

Um corpo robusto ao cair a partir do repouso, a Força de Arraste produzida pela resistência do ar, possui direção e sentido vertical para cima e cresce gradualmente a partir do zero, à medida que a velocidade do corpo aumenta. Em queda livre, em determinado momento, a Forças de Arrasto e Peso se igualam, até o corpo não ter mais aceleração. Desta maneira, dizemos que alcança a velocidade limite ou terminal (HALLIDAY, 2016 130-131).

Como essa força é proporcional às áreas dos corpos, seus efeitos são mais facilmente observados em práticas de paraquedismo. Após saltar a resistência imposta pelo ar produz uma força contrária, a qual se iguala ao peso do paraquedista, a força resultante então é zero, fazendo-o cair em velocidade constante.

Ao abrir o paraquedas, o praticante aumenta a área de contato com o ar intensificando, assim a resistência, provocando sobre o paraquedista uma aceleração contrária ao movimento de queda, permitido assim, a diminuição da velocidade até atingir o solo, de maneira segura sem riscos a sua integridade física (BONJONO&CLINTON, 2016 p.135).

Também, a resistência apresentada pelo ar, é responsável pelo maior consumo de combustível de automóveis em alta velocidade. À medida que aumenta sua velocidade, em consequência, a resistência imposta pela Força de Arraste, em contato com o ar, aumenta, assim, o veículo consome mais combustível para se locomover (YOUNG, 2016 p. 163-164).

A forças não-conservativas se apresentam em duas maneiras, no contato direto entre dois corpos sólidos, temos a Força de Atrito, já entre um corpo sólido e um fluído, seja ele líquido ou gasoso, temos presente a Força de Arraste.

5 PROCEDIMENTOS ETODOLÓGICOS

5.1 Caracterização dos sujeitos

O local escolhido para a implementação do projeto foi Colégio Estadual Aducto da Silva Rocha na cidade de Luiziana-PR, localizada na região centro-oeste, o qual oferta para a comunidade o ensino fundamental e médio.

O colégio conta atualmente com um total de 750 alunos, matriculados e distribuídos em três turnos. A maioria dos discentes pertence à faixa etária entre 10 a 17 anos.

A turma, em que foi aplicada a sequência didática, era o primeiro ano do ensino médio, do turno vespertino, classe com 36 alunos, entre 15 a 17 anos. Os estudantes dessa turma são oriundos da área central da cidade, periferias e zona rural, constituindo um público diversificado, pois é a única escola do município.

Até se acentua um desafio entre esses alunos, conseguir desenvolver mais o espírito crítico em alguns estudantes, pois, muitos não tinham grandes perspectivas quanto aos estudos, ocasionados por fatores sociais e socioeconômicos da população do município, em boa parte carente, sem grandes pretensões (PPP, 2016 p.9-12).

5.2 Proposta de trabalho

A Proposta de Sequência Didática consta em um conjunto de atividades para o desenvolvimento de 10 aulas, a fim de melhorar a compreensão e entendimento da Física e seus fenômenos. Por meio de diversificadas formas de ensinar, contribuindo com o aproveitamento dos nossos estudantes e proporcionar-lhes correlação com a realidade.

O papel do professor é encontrar diferentes maneiras para facilitar a aprendizagem dos discentes. Geralmente, com uso de diversas Ferramentas de Ensino, propícias para estimular e dar sentido aos conteúdos abordados e fazer

contextualização com assuntos comuns. A partir disso, o ensino tem novas contribuições e aliados poderosos para a superação de barreiras.

Por sua vez, esperamos dos alunos, maior entusiasmo com as atividades desenvolvidas, pois, tem como motivo principal o estímulo. Isso ocorre por questões visuais, interacionista, entre outras. De modo geral, ao trabalhar um conteúdo em roupagens diferentes, a tendência é conseguirmos estudantes mais participativos críticos e ativos.

Os temas principais são forças não-conservativas, Atrito e Arraste, presentes no dia a dia, porém, pouco exploradas, devido a fatores diversos. Contudo, conhecê-las é essencial para compreender diversas situações.

Desenvolvemos o trabalho no primeiro ano do Ensino Médio, do período vespertino. Tendo cerca de 36 alunos, podendo variar esse número devido a diversas condições, logo que dependem do transporte escolar.

Assim, podemos notar como cada um pode ou não argumentar e participar das aulas com informações decorrentes da vivência cotidiana. Por isso, a importância de oferecer formas diferenciadas para obter o conhecimento necessário, para atuação na sociedade.

5.3 Desenvolvimento das aulas

Separamos o trabalho em dois temas principais com diferentes ferramentas de ensino, a fim de trabalhar significativamente, escolhidas as mais apropriadas ao desenvolvimento dos temas propostos.

Com isso, objetivamos extrair habilidades dos estudantes em ler, identificar e discutir um tema principal por meio de textos e vídeos. Compreender representações com o uso de figuras e imagens. Visualizar e analisar resultados por meio de realização de experimentos e compreender como essa influência repercute positiva ou negativamente. Usar simuladores para a reprodução de situações reais e ideais a fim da compreensão de como isso é importante para diversidade.

Utilizamos de maneira crítica e contextualizada gráficos com informações importantes para localizar e interpretar dados. Melhorar a capacidade de argumentação com aplicação de questionários, que fazem toda a diferença sendo

contextualizado significativamente. Foram analisadas atividades com o intuito de melhorar o aprendizado a partir de temas trabalhados mais abrangentes.

Como o tema principal era forças não-conservativas, a proposta de sequência didática foi elaborada em duas partes. A Primeira com 6 aulas e a segunda com 4 aulas, nessas foram trabalhadas o atrito e arrasto como temas principais, entretanto, outras forças envolvidas no processo foram discutidas, assim descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Organização da sequência didática.

Conteúdo	Atividade desenvolvida	Ferramenta de Ensino
Aulas 1 e 2: Apresentando a força de atrito.	Leitura, discussão de textos e análise de vídeos.	Textos informativos e vídeos.
Aula 3: Aprendendo o que é atrito e a diferença entre o estático e o dinâmico.	Exposição de conteúdo, desenvolvimento a partir de questionário, análise se de figuras e apresentação de equações.	Questionários e exposição oral.
Aula 4: Entendendo a diferença entre as superfícies de contato.	Aplicação de experimentos para compreender a diferença entre as superfícies e o atrito	Experimentos.
Aula 5: Usando simuladores para entender melhor o atrito.	Trabalho com a manipulação de simuladores a fim de compreender situações diversas.	Simuladores computacionais.
Aula 6: Aplicação de atividade para verificação de aprendizado.	Análise de exercícios e com figuras, tirinhas, conceituais e problemas de aplicação.	Exercícios, figuras ilustrativas, tirinhas de Física.
Aula 7: A Força de Arraste.	Aplicação de experimento para introduzir o assunto de maneira mais	Experimento.

		contextualizada.	
Aula 8: Conhecendo os conceitos da força de arraste.		Apresentação dos conceitos aproveitando os anteriores, conhecendo velocidade limite e influência do fluido e características do corpo na trajetória.	Questionário e exposição oral.
Aula 9: Analisando gráficos para compreender a Força de Arraste.		Analisar vídeos realizados a partir da atividade experimental e verificar os conceitos a partir de análise de vídeos e gráficos.	Software Tracker, vídeos, aplicativo Open-câmera e Excel.
Aula 10: Aplicação de atividade para verificação de aprendizado.		Análise de exercícios e com figuras, tirinhas, conceituais e problemas de aplicação.	Exercícios, figuras ilustrativas, tirinhas de Física.

Fonte: Autoria própria.

Cada aula foi planejada a fim de proporcionar melhores formas para introduzir o conteúdo. Para iniciar a força de atrito, contextualizamos por intermédio de texto informativo sobre um tema, aplicado no cotidiano, complementando com um vídeo e dinâmica em grupo. Posteriormente, trabalhamos com simuladores, questionários, experimentos e atividade de verificação de aprendizagem.

Já o arraste foi mais efetivo com a experimentação, pois, os estudantes conseguiram visualizar e discutir conceitos com os demais colegas. Prosseguindo com análise de vídeos e gráficos, elaborados por aplicativos de smartphones e softwares computacionais. Finalizando, com as atividades de verificação de aprendizagem.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na implementação, “Uma proposta de sequência didática para forças não-conservativas”, a finalidade de verificar as condições diferenciadas de abordagens de conteúdos com atividades planejadas apresenta resultados mais satisfatórios referentes à aprendizagem. Segundo Moreira (2001), quando esse procedimento é realizado, levando em consideração vários aspectos dos alunos, as chances da aprendizagem acontecer se intensificam.

O principal foco foi à participação, interação, entusiasmo, capacidade em argumentação sobre conceitos apresentados, fazendo ligações com a realidade, transformando a aprendizagem em significativa.

À medida que se desenvolvia a proposta, verificava-se demonstrações de evidências de aprendizagem, conforme as características mencionadas acima afluíam no decorrer da aplicação. Percebidas por meio de falas, comportamentos ou descrições constadas em análise de atividades.

6.1 Apresentando a Força de Atrito

Para introduzir novos conteúdos são necessários métodos, os quais proporcionem aos estudantes reflexões aprofundadas, se possível relacionar com conhecimentos já existentes. Construindo ligações entre o que já sabem e o que deve adquirir, pois, segundo Pelizzari (2002), quando as constroem, aumenta-se consideravelmente as chances de aprendizagem ser mais efetiva e duradoura.

Deste modo, são essenciais ferramentas apropriadas para extrair esses conhecimentos, interligá-los e fundamentá-los.

Nessa perspectiva, a primeira atividade da sequência didática objetivou-se fazer a ligação entre os conhecimentos prévios, e o conteúdo científico de maneira dinamizada. Por meio de leitura do texto “A física dos pneumáticos”, construiu uma ponte de ligação, assim, contribuiu para o interesse do tema estudado, por meio das informações obtidas, intermediadas por visualizações, diálogos de senso comum ou meios de comunicação.

Porém, ao trabalhar o texto, foi necessário escolher cuidadosamente os enunciados com linguagens mais adequadas ao nível de ensino. Leituras extensas se tornam cansativas, ou com termos desconhecidos ou que prejudicam a compreensão. Nessa perspectiva, as adequações foram necessárias, para deixá-los mais dinâmicos e aumentar seu potencial.

Levando em consideração as afirmações anteriores, dividimos o texto em subtítulos para facilitar a leitura, separação em grupos e debate das principais ideias relacionadas ao conteúdo principal. Na separação do texto elencamos a seguinte separação: Introdução; Discutindo a Física; Produção de som através de derrapagens; Sistemas de drenagens; Pneus de carro de Fórmula 1; Processos de rolamento; Processo de calibração.

Dessa forma, foram distribuídos aleatoriamente, com a intenção de formação de grupos, os quais seriam responsáveis por realizarem leitura e extração das principais informações e conceitos. As equipes possuíam 5 ou 6 alunos, organizadas conforme a distribuição dos textos.

Primeiramente, as equipes foram formadas de acordo com o texto que cada estudante recebeu. Após reunirem-se, foi estabelecido um determinado tempo para a realização da leitura e discussão das principais informações. O próximo passo constou em apresentá-las ao restante da turma.

Os alunos, responsáveis pela parte da introdução, tinham informações para relacionar a interdisciplinaridade das áreas. Apresentaram o assunto, relacionados aos contextos históricos dos pneus, como invenção, após descobrimento da borracha e patenteamento. Nesse momento, ocorreram possibilidades de conhecer e relacionar nomes dos inventores a algumas marcas comerciais atuais, como Dunlop, Goodyear.

O segundo grupo veio com um dos eixos principais, que tratava sobre os conteúdos a serem estudados. No subtítulo “Discutindo a Física”, surgiram termos importantes, usados posteriormente como adesão a superfícies de contato e coeficientes de atrito; como ocorre a locomoção dos veículos, através da transmissão da força entre motor e rodas; os movimentos obtidos com o pavimento asfáltico, pneus geram forças de “ação e reação”; a força de atrito gerada nesse processo na mesma direção, mas sentido oposto. Nesse momento, conseguimos

trazer aos alunos a existência do atrito, conceito de forças contrária, e como é gerada através do contato entre corpos.

O terceiro trouxe “Produção de sons através de derrapagens”, que ocorrem de diversas formas, entre as principais estão decorrentes da dissipação de energia mecânica em ondas sonoras; o fluxo de ar entre a área de contato, especificamente as ranhuras, ao serem comprimidas e distorcidas; também o deslizamento da borracha, quando veículos aceleram ou freiam, na área de contato entre o piso, surge forças de tração ou frenagem, capazes de distorcerem a carcaça do pneu; o bloco de borracha do pneumático e pavimento perde o contato, existe liberação de energia sonora, provocada pela vibração da carcaça.

A quarta equipe “Sistemas de drenagens”, explicou sobre as ranhuras, responsáveis pelo escoamento da água evitando aquaplanagem e perda de controle dos veículos sobre pistas molhadas. Cada tipo de ranhura é responsável por uma função, as centrais melhoram a manobrabilidade e adesão. Os sulcos laterais para escoamento de água da parte interna para externa e as covas resfriarem quando aquecidos.

O quinto grupo “Pneus de carros de Formula 1”, discutiu sobre a categoria mais famosa do automobilismo e nessa nota-se diferenças entre os pneus usados por esse esporte e os convencionais. Foram relacionados assuntos como a espessura, na qual torna evidente a necessidade de maior superfície de contato, para melhorar o desempenho e obter menor desgaste. Outro caso, é o uso de mantas térmicas, para mantê-los aquecidos, para quando for trocados evitar o cisalhamento, que é a deformação sofrida por um corpo sujeito a forças que provocam um deslocamento em planos diferentes, mantendo o mesmo volume.

A Sexta equipe “Processo de rolagem” argumentou sobre a relação entre os pneus de bicicletas de velocidade ser mais estreitos, que são projetados para sofrerem maior pressão, menor achatamento, aplicado também aos pneus de automóveis. Assim, quanto menor a deformação, a resistência é diminuída ao rolamento.

Outro assunto abordado, no mesmo tópico, são os líquidos colocados no interior dos pneus, especialmente nos de grandes portes. Feito para aumentar a Força Normal permitindo aplicação de maior força sobre a superfície, considerando que esses veículos são designados para realizar tarefas incomuns aos demais.

Finalizando, a sétima equipe, "Processo de calibração" discorreu sobre a relevância desse sistema para evitar desgastes, aumentar a vida útil, diminuir o consumo de combustível e proporcionar estabilidade aos veículos. Além disso, estão relacionadas questões de segurança, pois sem calibragem correta há probabilidades de os carros sofrerem acidentes, também diminui o atrito (WERLANG; SILVEIRA, 2013 p. 215-226).

Com a leitura e debate desse texto, verificamos como conceitos de força de atrito são apresentados ligados e contextualizados a algo, que os alunos já conhecem, trazendo informações de como é gerado pelo contato, produção de calor, deformação e intensificação da Força Normal. Aplicamos a vários acontecimentos do cotidiano, proporcionando reflexão com objetivo de perceberem que a Física é muito mais presente do que imaginam.

Assim, para finalizar a parte introdutória da Força de Atrito, utilizamos o texto audiovisual, o vídeo¹ "Chuva, pneu careca à 120 km/h, nos testamos!". Reforçamos assuntos discutidos no texto com objetivo de construir bases mais sólidas no ensino. No vídeo foi apresentado resultados, após a realização de testes em pista seca ou molhada, mostrando tabelas de valores para comparação da velocidade sobre pneus em condições normais de rodagem e outros carecas, justificando as causas.

As diferenças foram visíveis, conforme aumentou a velocidade, as condições interferiam na eficiência entre eles, na distância de parada entre os momentos do acionamento dos freios, até o repouso. Dessa forma, justificam-se informações contidas em manuais de fabricantes, Código de Transito Brasileiro, as quais devem ser obedecidas.

Ao final dessa primeira etapa, conseguimos introduzir o uso de ferramentas diferenciadas de ensino, que tornaram os conceitos mais próximos dos alunos. Por observações realizadas no envolvimento dos discentes, verificamos maior envolvimento e participação. Assim, percebemos sua eficiência como contribuinte no processo de ensino aprendizagem.

¹ Disponível em: www.youtube.com/watch?v=6WESL-CYz3A

6.2 Aprendendo a calcular a intensidade da Força de Atrito e as diferenças entre o Estático e Dinâmico

Nesse momento, utilizamos para construir conceitos voltados a Força de Atrito informações apresentadas anteriormente. Em tópicos anteriores, aparecem dados sobre atuação, direção, sentido, coeficientes de atrito, adesão a superfícies e intensidade ao aumentar a massa dos corpos, como organizadores prévios, para a partir de agora fazer a contextualização e formalização de informações.

Engajado nisso, procuramos formalizar conceitos, voltados à atuação contrária ao movimento. Foi necessário separar e classificar as categorias das forças entre as conservativas e as não-conservativas (dissipativas). Nessa, o atrito atua contra o movimento, com isso, argumentamos a possibilidade de encontrar valores específicos conhecendo a massa, coeficientes de atrito características das superfícies.

Porém, precisamos voltar a conceitos já trabalhados para lembrá-los e diagnosticar a aprendizagem desses conteúdos fundamentais para o prosseguimento. Para verificação, foi proposto aos alunos responder a duas questões investigativas desses conceitos, referentes à força e massa dos corpos, tabela 2.

Tabela 2 – Questões para retomada e verificação sobre conceitos de força e concentração de massa.

1. Você já tentou empurrar algum corpo? Se sim, qual?
2. Com dois corpos um de 50 kg e outro 100 kg, qual encontraria maior dificuldade em empurrar? Por quê?

Fonte: Autoria própria.

Nesse dia, nem todos estavam presentes, assim os questionários foram distribuídos e estabelecido um tempo máximo de cinco minutos. Na primeira questão, o nosso interesse foi verificar se os estudantes tinham conhecimento do vocabulário, quanto a conceitos.

Dos 30 questionários respondidos obtivemos resposta positiva em 29 deles. Na mesma pergunta verificações os nomes mais citados e as maiores frequências foram automóveis, bicicletas, móveis e eletrodomésticos. Por comparação,

percebemos que eles possuem conceitos sobre a definição, e, como as forças agem para colocá-los em movimentos.

Na segunda questão, o objetivo principal era verificar a noção de intensidade de forças. Nesse caso, percebemos alto grau de adesão positiva, pois, 28 responderam encontrar maiores dificuldades ao empurrar um corpo de 100 kg. Suas justificativas foram convincentes, devido a respostas quase unânimes “por este ser mais pesado”. Engajados nesses temas, incluímos a Força de Atrito, gerada pelo contato direto entre corpos e superfícies, tornando-se mais ou menos intensa, conforme aumenta o valor da massa, conseqüentemente a força de reação normal.

Apresentamos a equação para obter seus valores diretamente proporcionais a Força Normal e o coeficiente de atrito gerado entre corpos e superfícies, de acordo com a equação.

$$F_{at} = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g \quad (4)$$

O coeficiente de atrito, juntamente com o conceito de direção contrária, foi inserido com a leitura e discussão do texto “A Física dos pneumáticos”, unindo-se aos de gravidade e massa dos corpos.

Até então, não tínhamos trabalhado estes dois tipos de atrito, dinâmico e estático, particulares de cada situação.

O coeficiente estático é mais frequente na atuação em corpos, que estão em repouso, já o dinâmico quando os mesmos passam a se movimentar. Devido a isso, intensidade da força de atrito, que deve ser superada, é superior quando os corpos estão em repouso (parados) do que em movimento, logo que $\mu_e > \mu_d$ (FUKUI, 2016 p.119-120).

Assim finalizamos mais uma aula com a apresentação de novos conceitos imbricados aos anteriores. Em uma ordem de conhecimentos já existentes a novos inseridos, com resgate de informações.

6.3 Entendendo a diferença entre as superfícies de contato e o atrito

As superfícies de contato exercem influência sobre a intensidade do atrito gerado entre corpos e planos de apoio. No desenvolvimento dessa aula, realizamos

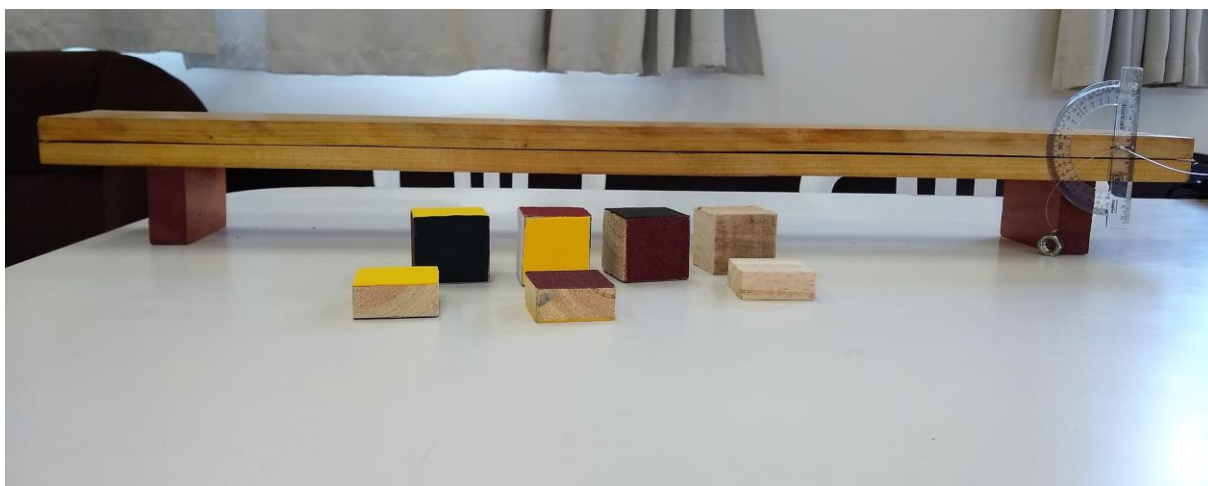
uma atividade experimental para obter valores e fazer comparações entre diferentes superfícies.

Para isso, aplicamos o experimento para obtenção dos ângulos críticos, gerados entre corpos e superfícies sobre o plano inclinado. O principal objetivo foi reconhecer as diferenças de atrito, por meio desta atividade, conforme afirma Vilatorre (2009), procuramos instigar a capacidade argumentativa dos estudantes, por meio de estimulação do órgão do sentido, com a manipulação de um material concreto.

O sistema constava em uma rampa de madeira e conjunto de blocos, colocados sobre ela, que erguiam-se aumentando a amplitude obtendo um ângulo, conhecido como crítico.

Dentre as diferentes superfícies analisadas estavam E.V.A, lixas 50 e 100, madeira, borracha e papel. Nessas foram possíveis perceber características como a aspereza, polimento, ou macies a cada face diferente dos cubos e paralelogramos. Como todas as superfícies a serem testadas estavam na mesma peça, não nos preocupamos com fatores de variação de massa, pois eram constantes para todos os testes, conforme na figura 3.

Figura 3 - Material do experimento para a obtenção dos valores dos ângulos críticos, cubos com materiais de diferentes texturas e a rampa.



Fonte: Acervo do autor.

Em uma extremidade da rampa, estava presa uma dobradiça para possibilitar o movimento de ida e volta sem deslocar, na outra continha um transferidor de 180°

fixo, um prego demarcando o ponto zero, que foi amarrado uma linha de náilon com um pequeno peso, na ponta.

Ao manipulá-lo, o fio se esticava por ação da gravidade sobre o peso, possibilitando a marcação do ângulo crítico sobre o bloco de madeira ao deslizar ou movimentar-se, no plano inclinado.

Com os valores dos ângulos críticos é possível obter o coeficiente de atrito para cada uma das superfícies testadas, usando equação:

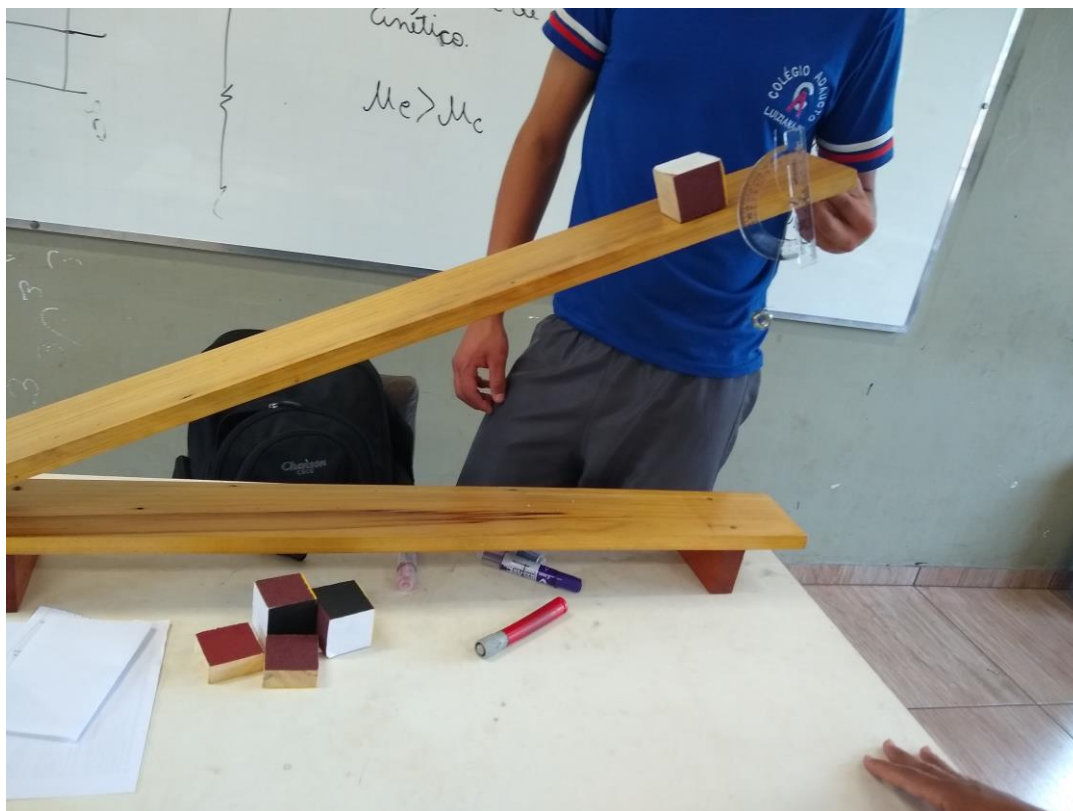
$$\mu = \tan\theta \quad (5)$$

Assim, constituindo forma de descobrir os coeficientes de atrito estático nas diferentes superfícies do experimento, variando a amplitude, obteve-se diferentes valores para θ , para calcular a tangente. Seguindo nessa lógica, e, correlacionando com a equação para descobrir a intensidade da força de atrito, quanto maior for o ângulo crítico, conseqüentemente aumentará a intensidade da Força de Atrito (FEITOSA, 2017 p.9-12), descrito pela equação.

$$F_{at} = \mu \cdot N = \mu \cdot m \cdot g \quad (6)$$

Após a apresentação da atividade, convidamos dois estudantes a manipularem o experimento, o restante da classe observou e interagiu com eles. Colocamos o bloco de madeira com a face desejada projetada para baixo, após levantamos lentamente, com o peso a linha se esticava marcando o ângulo crítico, assim que começou a se mover, de acordo com figura 4.

Figura 4 - Manipulação da rampa de madeira para obtenção dos ângulos críticos para descoberta posteriores dos coeficientes de atrito.



Fonte: Acervo do Autor.

Como nem todos realizaram o experimento, mas observaram os valores de θ , tiveram oportunidades de notarem diferenças das superfícies, antes iniciar a prática, pois as peças/cubos/paralelogramos percorreram a sala e eles puderam tatear e sentir as divergências. A cada tipo de superfície foram realizadas três medições a fim de obter o ângulo crítico.

Assim como em laboratórios, as atividades experimentais são passíveis de erros, portanto foi importante transmitir que há a probabilidade da ocorrência dos mesmos. Por isso, repetimos os experimentos com objetivo de minimizá-los. Demonstramos que nem sempre os dados são exatos, podendo apresentar variações, mostrados na figura 5.

Figura 5 – Demonstração experimental do ângulo crítico no plano inclinado.



Fonte: Acervo do autor.

Nas forças componentes do eixo x, temos;

$$\Sigma F_x = 0$$

$$P_x - F_{at} = 0$$

$$P_x = F_{at}$$

$$P \cdot \text{sen}\theta = \mu \cdot N$$

(7)

Nas forças componentes do eixo y, temos;

$$\Sigma F_y = 0$$

$$N - P_y = 0$$

$$N = P_y$$

$$N = P \cdot \text{cos}\theta$$

(8)

Substituindo N temos:

$$P \cdot \text{sen}\theta = \mu \cdot P \cdot \text{cos}\theta$$

$$\mu = \frac{\text{sen } \theta}{\text{cos } \theta}$$

$$\mu = \tan \theta \quad (9)$$

A cada material encontramos um valor para θ , se eles apresentassem variações, fazíamos média entre eles. Após isso, colocamos em um quadro comparando os valores para cada material. Assim, realizamos os cálculos e encontramos os possíveis coeficientes de atrito, apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Valores dos ângulos críticos dos materiais e possíveis coeficientes de atrito.

Material	Ângulo (θ)	Coeficiente de atrito estático (μ_e) = $\mu = \tan \theta$
Papel	30°	0,57
Lixa 100	32°	0,62
E.V.A	33°	0,64
Madeira	33°	0,64
Lixa 50	35°	0,70
Borracha	40°	0,83

Fonte: autoria própria.

Comparando os valores encontrados, percebemos diferenças entre eles, apesar de serem materiais parecidos. Dependendo do coeficiente, a Força de Atrito pode ser mais intensa, assim explicamos questões próximas, voltadas ao cotidiano, como caminhar, deslizar, uso de antiderrapantes entre outros (SERWAY, 2011 p.141-143).

Há variações de atrito percebidas nas lixas, embora, de materiais parecidos, a de 50 apresenta maior coeficiente de atrito. Algumas superfícies são diferentes em texturas, porém possuem valores parecidos para θ , como E.V.A., papel e madeira. Alguns dados sobre a borracha, que é usada frequentemente na fabricação de pneus diversos, nos chamaram a atenção para seu coeficiente de atrito, pois é o maior, justificando o porquê de seu aproveitamento a tal finalidade.

Existem infinitudes de condições, na qual o atrito está presente, mas, às vezes, não levamos em consideração. Assim, a atividade é visualmente

representativa, de fácil manipulação, com quantidade de informações a serem debatidas e explanadas.

Dessa maneira, conseguimos trazer aplicações do dia a dia, relevantes com a prática experimental. Ainda que, houve possibilidades de realização em sala de aula, não pudemos utilizar o laboratório, pois, não apresenta infraestrutura necessária para as demandas da turma.

6.4 Utilizando simuladores para demonstração da Força de Atrito

A força aplicada sobre corpos é curiosa, ao mesmo tempo difícil de ser medida, se esses são de grandes dimensões. Existem instrumentos possíveis de realizar medições, em objetos menores, os dinamômetros, mas, à medida que aumenta a massa, isso se torna impossível.

Em objetos grandes, as condições se tornam restritas. Por senso, compreende-se, quanto maior a concentração de massa, a intensidade da força necessária para deslocá-lo e vencer atrito, é proporcional. Outro fator importante é a impossibilidade de identificação amostral da presença do atrito, pois, sabemos os sentidos e direções imaginárias, porém, em práticas diárias não são visualizadas.

Seguindo nesse pensamento, engajados em concepções trazidas de aulas anteriores, os estudantes já entenderam os funcionamentos dos tipos de superfícies. Tendo essas informações como base, que foram adquiridas na atividade experimental do plano inclinado. Podemos contar com sistemas, possíveis de reproduzir situações, variar características, massa, quantidade de atrito, discutir eventualidades, questionar e interagir.

Segundo Heckler (2004), os simuladores são grandes contribuintes, pois, os fenômenos descritos podem ser reproduzidos com exatidão. Também proporcionam interação com os alunos, por meio de manipulação de alguns comandos mediados, a instigarem e levantarem questionamentos sobre os conteúdos estudados.

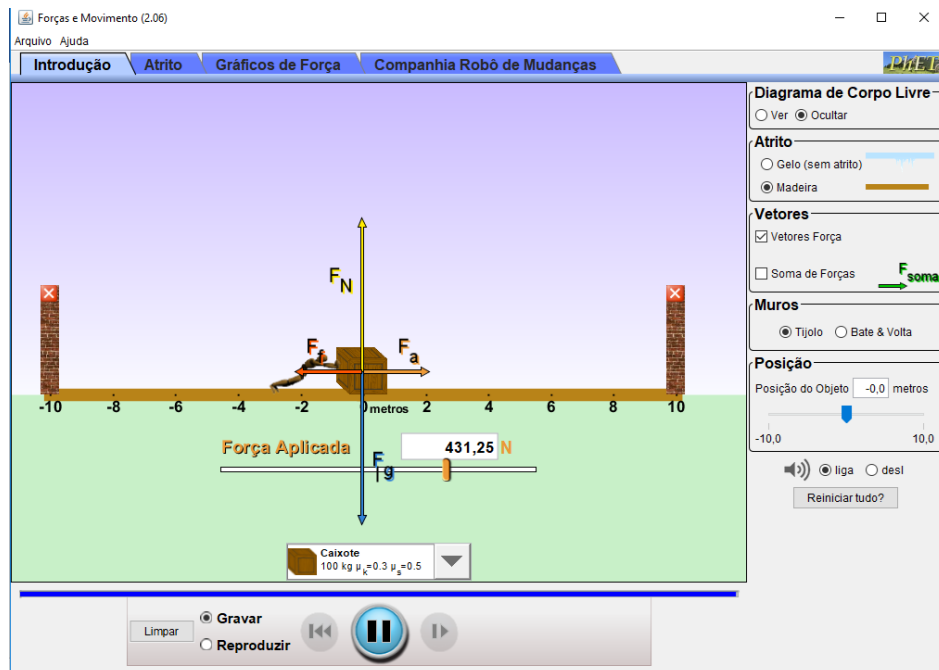
No decorrer desse dia, utilizamos como prática de aplicação o simulador de forças do sítio *Phet Colorado*, para uso gratuito, disponível em: no endereço eletrônico <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/forces-and-motion>. O principal objetivo dessa aula foi realizar a atividade, visando possibilidades dos itens

acima elencados. Explorando as potencialidades das simulações em caráter de visualização, interação de efeitos.

Primeiramente, houve necessidade de conhecer características, funcionalidades, possibilidades de exploração, comandos, por meio de breve apresentação. Após as primeiras demonstrações, alguns alunos foram convidados a interagirem, seguindo ordens pré-estabelecidas.

Considerando condições e quantidade de possibilidades, primeiramente foram privilegiadas superfícies. O estudante manuseou o simulador, conduzindo cada passo. Na primeira etapa, simulou-se um caixote com 100 kg sobre a madeira, aplicando-se uma força horizontal conforme a figura 6.

Figura 6 - Simulação sobre Força de Atrito aplicada sobre a madeira.



Fonte: Imagem do simulador em superfícies com atrito disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/forces-and-motion.

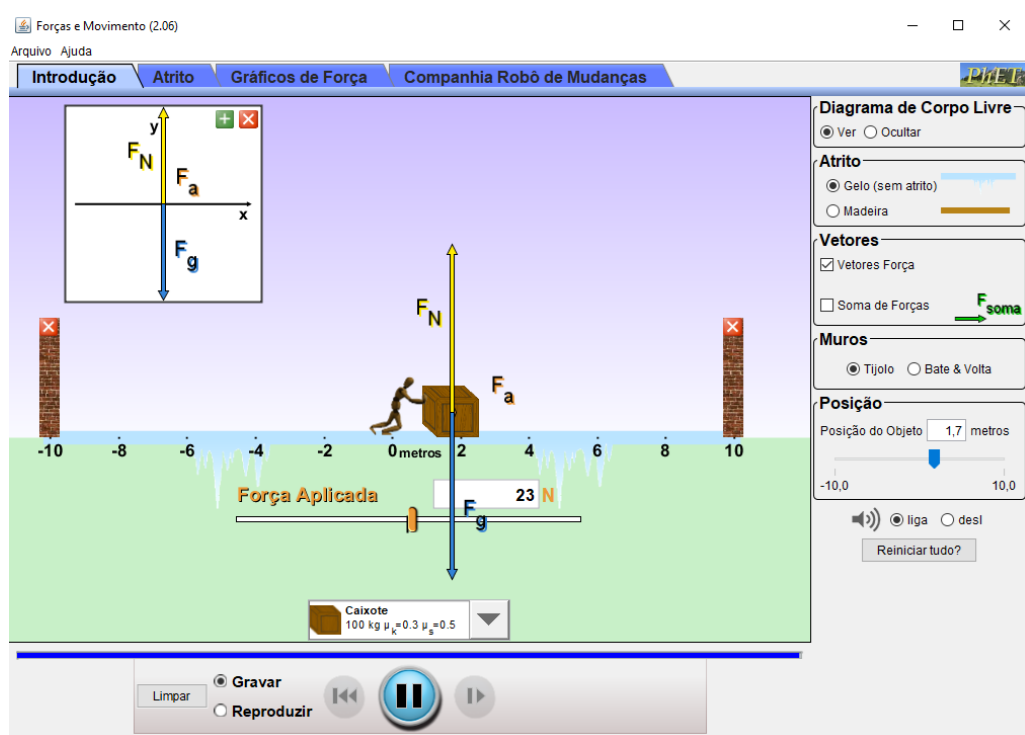
Direcionando a atividade, percebemos a presença de forças, estudadas anteriormente, como a ação das F_g (Peso), F_N (Normal), verticais sobre o caixote na mesma direção, intensidade e sentido oposto, verificadas pelas setas vetoriais. Embora visualizados, precisam ser retomados, porém, não era foco de aprendizagem principal. O objetivo era a forças horizontais, principalmente de atrito.

Em decorrência da superação das forças de atrito estático, nestes casos, sua intensidade foi demonstrada, colocando-se o corpo em movimento. Ao deixar de

aplicá-la, conseqüentemente, o corpo retornava ao repouso. Se a força fosse mais intensa, o mesmo deslocava-se com maior rapidez, percorrendo distâncias superiores.

Posteriormente, discutimos presença ou ausência de atrito entre as superfícies. No simulador, proporcionamos condições de modificações superficiais madeira/gelo. Deixando-se o plano de apoio sem atrito, notamos comportamentos diferentes sobre o mesmo corpo conforme a figura 7.

Figura 7 - Simulação dos movimentos sobre o gelo (sem atrito).



Fonte: Imagem do simulador Phet Colorado em superfícies sem atrito, disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/forces-and-motion.

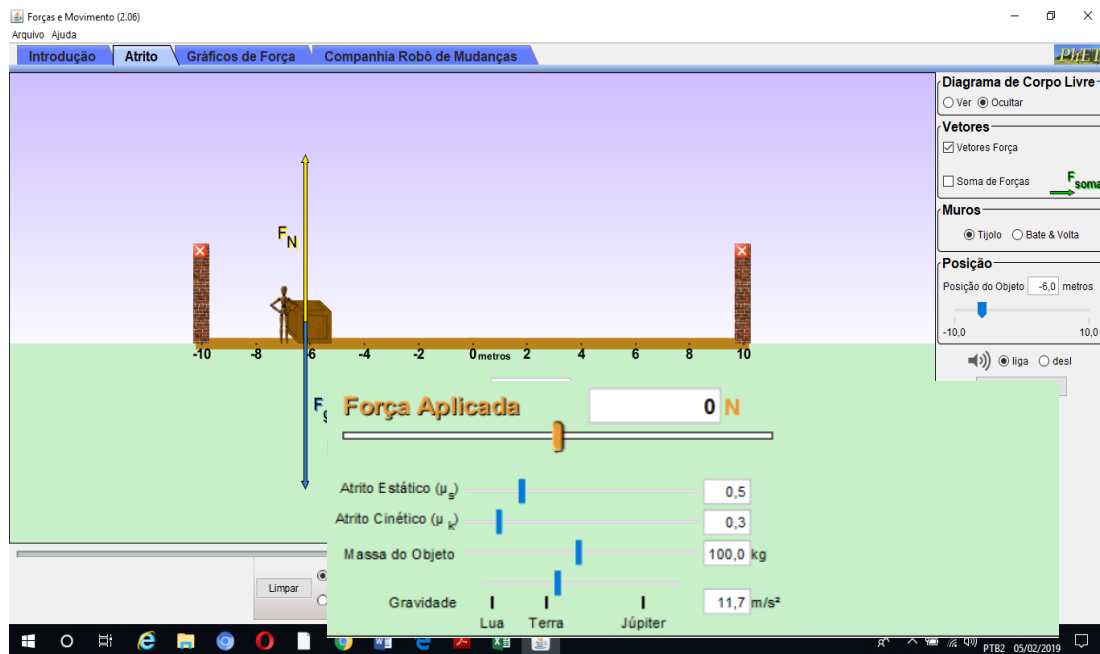
No plano, onde o atrito é ausente, a intensidade da força aplicada ao mesmo corpo, para colocá-lo em movimento é menor. Ao submetê-lo, percebemos diferenças em dois aspectos, ausência de vetores, no canto superior esquerdo da figura supracitada, sobre o caixote, por último, no campo referentes aos valores. Os números são significativamente menores comparados a superfície de madeira, nesse caso, o corpo para somente ao chocar-se contra o muro de contenção.

Ainda com essa ferramenta, possibilitou levantamento, discussão e exploração de maiores possibilidades em relação inexistência do atrito, voltados a condições reais. Ou seja, como seria se estivéssemos em lugares, parecidos com os

da simulação? Curiosos e ao mesmo tempo preocupantes, pois atividades simples do cotidiano caminhar, equilibrar-se, frear entre outras ficariam impraticáveis (YOUNG, 2016 p.157-158).

Em seguida, tivemos momentos, que obtivemos valores numéricos referidos a intensidade da Força de Atrito. Fizemos variações na massa, comparando-os e discutindo os efeitos a partir dessas modificações. Também confrontamos objetos idênticos em ambientes, onde a gravidade podia ser modificada, conforme a figura 8.

Figura 8 - Simulando atrito em ambiente gravitacionais diferentes, Lua, Terra e Júpiter.



Fonte: Imagem do simulador Phet Colorado em ambientes gravitacionais diferentes, disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/forces-and-motion.

Ao utilizar o simulador nessa etapa, foi possível detectar a intensidade da força de atrito a ser vencida para movimentar o caixote. Conferindo valores para massas de 50kg, 100kg e 150 kg. Assim, os estudantes notaram as diferenças entre forças aplicadas sobre corpos, aumentavam ou diminuam conforme as mudanças.

As diferentes gravidades constituíram-se outra condição na simulação, pois, tínhamos o mesmo objeto, que se modificava em ambientes, primeiro no planeta Terra, onde a gravidade é conhecida. Demonstrando com um corpo de 50 kg, foi verificado a intensidade das forças, que agiam sobre ele a serem vencidas por meio de valores anotados e vetores observados.

Depois, o mesmo foi transferido para o ambiente lunar. Conhecida pelos alunos com valor aproximado de $1/6$ (um sexto) da gravidade terrestre. Com isso, perceberam imediatamente as diferenças entre a intensidade da força e representação vetorial.

Concluindo essa parte, foi selecionada a gravidade em Júpiter, comparando os valores com os anteriores, os estudantes notaram diferenças significativas. Como aquela é cerca de três vezes maior, as forças Peso e Normal se intensificam, aumentando a intensidade da força de atrito (BONJORNIO & CLINTON, 2016 p.142-145). Os valores são demonstrados na tabela 4.

Tabela 4 - Corpo de 50 kg em diferentes ambientes gravitacionais.

Corpo Celeste (m/s^2)	Lua $g= 1,6$	Terra $g= 9,8$	Júpiter $g= 29,6$
Força Aplicada (N)	55	275	620 à 630

Fonte: Autoria própria.

Analisando acima os valores numéricos da força a ser vencida, afirmamos para os discentes por meio da demonstração, como a gravidade altera a Força Normal, conseqüentemente o atrito. Alterando seus valores, intensificamos ou a diminuimos. Se o corpo com 50 kg estivesse na Terra e fosse levado para a Lua, o atrito diminuiria, ao contrário, transferido a Júpiter, os mesmos aumentariam.

Ao trabalhar a comparação de valores, deixamos especificado, que ao alterarmos as condições gravitacionais, modifica-se o atrito, mesmo mantendo a massa e os coeficientes constantes. Outra consideração, quanto a Força Normal, se alterarmos a gravidade alteramos o Peso, que também a modifica, atuando na mesma direção, porém sentidos opostos (NUSSENZVEIG, 2002 p. 88).

Na última situação, verificamos como corpos de maior massa comportam-se diante do gelo (sem atrito) e madeira (com atrito). Com esse objetivo, demonstramos aos estudantes, como essas diferenças interferem no deslocamento dos corpos, figura 9.

Figura 9 – Corpos de diferentes massas sobre superfícies, com ou sem atrito.



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/forces-and-motion

Manipulando os mesmos objetos, colocando-os em superfícies diferentes, percebemos como influenciaram diante da força aplicada. Para a demonstração, tivemos oportunidade de manusear o simulador com cachorro de 25 kg, escrivaninha 50 kg e caixote de 100kg, conforme na tabela 5.

Tabela 5 - A intensidade das forças aplicadas sobre corpos de mesma massa em superfícies com ou sem atrito.

Corpo	Força no Gelo (N)	Força na Madeira (N)
Cachorro	10	125
Escrivaninha	10	245
Caixote	10	494

Fonte: Autoria própria.

Embora simples, o objetivo foi perceber como corpos necessitam de forças diferentes para movimentá-los, largados sobre planos com atrito, outros inexistentes. Para se movimentarem na madeira, apresentavam intensidades variadas, diferentemente do gelo, onde podiam-se aplicar a mesma força sobre todos e deslocarem igualmente, conforme especificado na tabela 10N, independente da massa.

Embora, em planos sem atrito, a força era constante, o intuito foi em demonstrar, que qualquer aplicação, por menor que seja, consegue retirar o corpo do repouso. Também, corpos não retornam ao repouso, mesmo ao deixar de aplicar a força, já na madeira, isso não acontece, com o passar do tempo, perde a intensidade da força, e, conseqüentemente, a velocidade até parar.

Nessa atividade, o uso dos simuladores foi importante e satisfazendo curiosidades, pois, dessa maneira, nos possibilitou discutir diversos conceitos. Não sendo possíveis as reproduções em determinados momentos e situações, por falta de instrumentos ou recursos. O simulador satisfaz essas necessidades, como complementação para na melhoria de ensino.

6.5 Aplicação de atividades para verificação de aprendizado sobre Força de Atrito

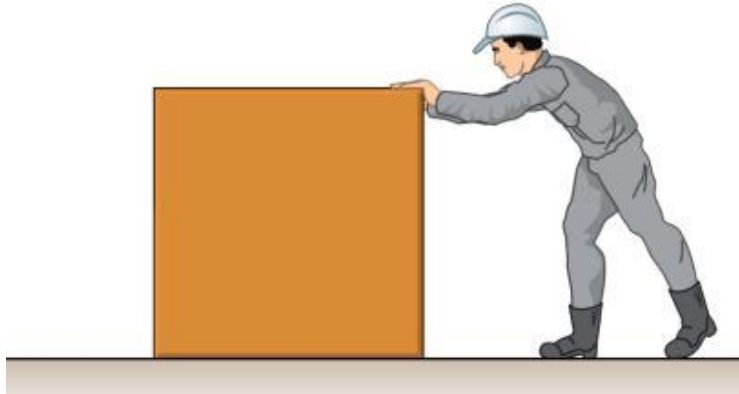
Após a aplicação das atividades teóricas referentes à Força de Atrito, constituímos o momento para verificação de assimilação do conhecimento transmitido. Houve direcionamento de questões diversificadas como instrumentos de verificação de abordagem dos conteúdos.

As atividades propostas continham análise de figuras, sobre tarefas cotidianas aplicadas a Força de Atrito; identificação das forças nos corpos e o comportamento após a aplicação; análise de charges e tirinhas com interpretação por meio das falas das personagens, imagens, linhas de expressão e leitura de caso; exercícios aritméticos. Com isso, objetivamos saber se as atividades diferenciadas proporcionaram evidências de aprendizado e melhoraram a capacidade de abstração dos alunos.

Também utilizamos as questões para resoluções algébricas, que os estudantes são obrigados apenas resolver, para apresentar apenas uma resolução. Entretanto, o contexto apresentado é mais importante, assim, a capacidade de argumentação se tornou autossuficiente em possíveis demonstrações das evidências de aprendizagem.

Na primeira pergunta, a atividade constava na análise de situações, que continham duas figuras, letra “a”, um homem empurrando um caixote de madeira, figura 10.

Figura 10 – Imagem ilustrativa da atividade de verificação de aprendizagem, homem empurrando um caixote de madeira.



Fonte: https://www.google.com.br/search?biw=1366&bih=657&tbm=isch&sa=1&ei=xB5_XIKFB6zP5OUPo8irSA&q=aplica%C3%A7%C3%B5es+da+for%C3%A7a+de+atrito&oq=aplica%C3%A7%C3%B5es+da+for%C3%A7a+de+atrito&gs_l=img.3...4341.13143..13659...0.0..4.219.5913.12j41j1.....2....1..gws-wiz-img.....0..35i39j0i67j0i30j0i24.8_rbmvttkhU#imgrc=HvXly6zuYuA0MM.

Outra imagem apresentada na mesma questão, com intuito de também explorar questões simples sobre a Força de Atrito, eram, dois pés de uma pessoa sobre o asfalto se movimentando, figura 11.

Figura 11 – Item b, da atividade de verificação, uma pessoa realizando caminhada sobre o asfalto.



Fonte: https://www.google.com.br/search?biw=1366&bih=657&tbm=isch&sa=1&ei=oBx_XO25DPu25OUPydaloAI&q=for%C3%A7a+de+atrito+aplica%C3%A7%C3%B5es+no+cotidiano&oq=for%C3%A7a+de+atrito+aplica%C3%A7%C3%B5es+no+cotidiano&gs_l=img.3...14930.20436..20961...0.0..0.826.2905.4j5j2j5-1j1.....1....1..gws-wiz-img.YnBB0qCtIUk#imgrc=jM-UyzvklpsAeM.

O objetivo ao propor a análise dessas duas imagens, foi a identificação e descrição do atrito, que se manifestava entre os corpos envolvidos por meio de interações.

Ao verificar as respostas obtidas pelos alunos, percebemos algumas dificuldades dos estudantes em compreender, onde ocorre a atuação do atrito. Na primeira figura, a identificação correta seria entre a caixa e a superfície de apoio, porém, parte associou às mãos do homem que a empurrava. Essas respostas não estavam totalmente incorretas, entretanto não atingiu o objetivo principal.

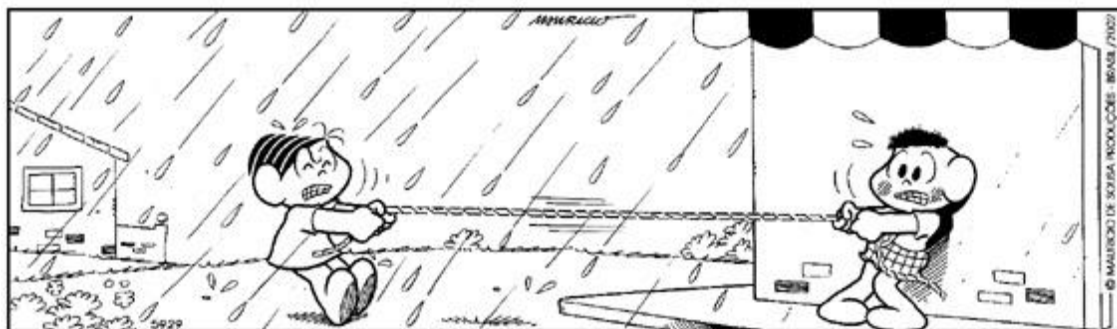
Já na segunda imagem, a maioria das respostas foi satisfatória, identificando a existência da força de atrito entre o tênis da pessoa, que caminhava e o pavimento.

A segunda questão foi a identificação do sentido da força de atrito sobre objetos ao aplicar uma força, ou deslizar sobre um plano. Nessa pergunta, a maioria realizou a identificação correta.

Na pergunta número três, a finalidade foi analisar situações como condições adversas interferem nos acontecimentos relacionados a força de atrito. Tínhamos tirinhas da Turma da Mônica, na qual foi preciso observar as cenas e descrever como manifestavam o atrito, beneficiando ou prejudicando a personagem.

As melhores explicações estavam na figura “3.b”, na cena Cascão e Mônica, que puxavam uma corda semelhante ao cabo de guerra, um encontrava-se sobre a calçada, a outra na chuva sobre a terra, figura 12.

Figura 12 – Tirinha da Turma da Mônica para análise de situação voltada ao atrito.



Copyright © 2002 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.

5929

Fonte: https://www.google.com.br/search?q=Fisica+turma+da+m%C3%B4nica+tirinhas&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwibutSOxJ3fAhUEIZAKHZznB18Q_AUIDigB&biw=1366&bih=657#imgrc=4T9ST_iotrP8aM.

A Mônica, embora, seja mais forte, está perdendo, pois, na chuva sua força diminui devido à superfície estar molhada. Situação simples de ser entendida por análise, mas que engloba muitos contextos de uma situação conhecida.

As respostas nessa questão foram mais satisfatórias, à medida que os conhecimentos de características das personagens são essenciais para descrição da situação. Como a Mônica é o personagem mais forte das historinhas dos Gibis de Maurício de Sousa, eles sabiam da tendência de ela vencer, porém as condições eram desfavoráveis. Pode ser que isso, seja um dos motivos para melhor aproveitamento e também pela questão ser aberta permitindo a exposição de ideias.

Também, pois como afirma Testone (2004), imagens de caráter ilustrativo conseguem transmitir várias informações, mesmo quando o texto é ausente. As linhas de expressão, cenas e conhecimento dos personagens podem ser relacionadas a um conteúdo e ocorrer a formalização de conhecimento.

A última questão foi exercício algébrico, que para a resolução era necessário a extração de dados, percebemos que os estudantes tiveram mais dificuldades. Nesse cenário, a maioria dos alunos deixou de respondê-la, ou seja, novamente em situações “fechadas” de respostas exatas estão os maiores obstáculos.

Ao final, percebemos que as questões abertas, nas quais há possibilidades de argumentar, descrever, dar opiniões, o aproveitamento foi melhor. Ou seja, pensar de maneira aleatória, restrita dificulta na realização das tarefas, obtendo resultados inferiores.

6.6 A Força de Arraste

Apresentar um novo conteúdo pode ser complicado, pois algumas abordagens ocasionam o distanciamento dos estudantes, por incompreensão de linguagens e métodos. Tradicionalmente os conteúdos seguem a linhagem de evidenciar assuntos, apresentando fórmulas e terminando com resoluções de exercício e questionários (COSTA; MOREIRA, 2001 p. 265-267).

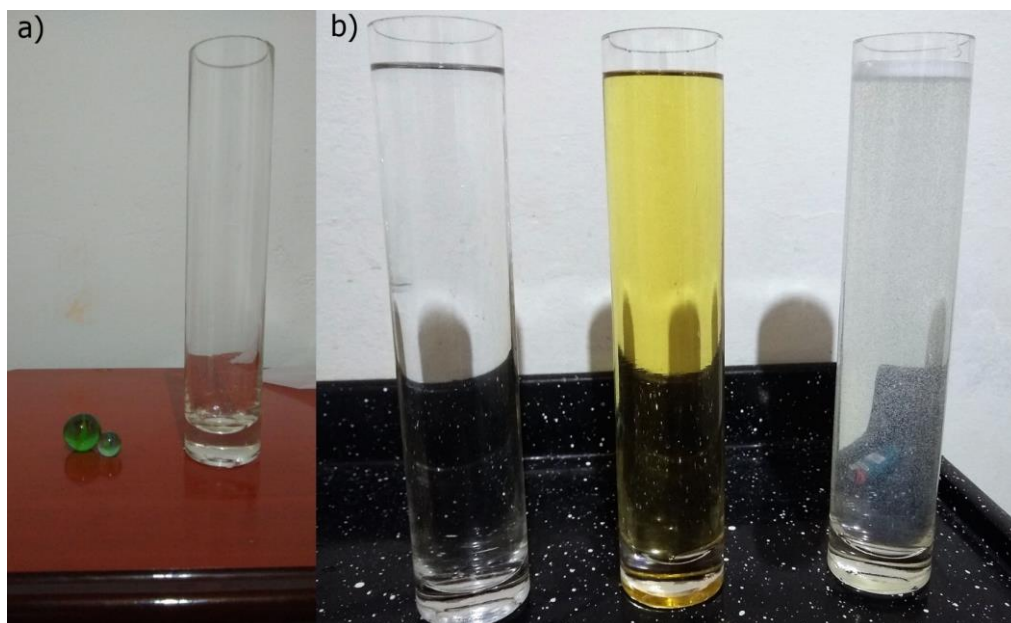
Curiosamente, a Força de Arraste engloba diversas situações presenciadas, porém nem sempre é fácil de ser compreendida. Muitos desconhecem sua existência e as interferências decorrentes das viscosidades do meio, por esse motivo, adotamos como atividade introdutória, a exploração e reflexão sobre o experimento (HALLIDAY, 2016 p.130-131).

Entendemos a necessidade em diferenciar a apresentação de novos conteúdos. Dessa maneira, uma abordagem se torna potencialmente significativa à medida que aumenta o grau de abstração dos envolvidos no processo de aprendizagem, por meio de organizadores prévios (TAVARES, 2010 p. 7-9). Em determinados momentos, a leitura e debate são eficientes, mas, usados repetidamente se tornam cansativos.

Para a Força de Arraste, demonstramos sua existência por meio da manipulação experimental com materiais de alto potencial pedagógico. Segundo Moreira (2002), um material pode ser potencialmente significativo a partir do momento em que proporciona diferentes formas de reflexões aos estudantes. Com uma introdução lúdica, demonstramos as interações entre corpos e meios. Explorando potenciais, para conhecer características essenciais sobre futuros conceitos.

Para realização, usamos três vasos de vidro transparente de 25 cm, bolinhas de gude de dois tamanhos distintos, água, óleo e detergente, conforme mostra a figura 13.

Figura 13 - a) Materiais utilizados para demonstração dos primeiros conceitos de Força de Arraste; b) recipientes com os três líquidos.



Fonte: Acervo do autor.

Os três vidros foram preenchidos com fluídos diferentes. Colocamos a mesma quantidade para que os volumes fossem parecidos. Cada esfera foi solta dentro de um recipiente. Na condução, apresentamos o assunto principal. Após, para a realização da atividade experimental, realizamos comparações sobre as diferenças entre cada líquido, percebidos por meio da viscosidade.

Ao iniciar atividade, um aluno disponibilizou-se para fazer a demonstração, os demais observaram. A realização constava em soltar as bolinhas de gude dentro do vaso com água e notar as diferenças de comportamento.

Primeiramente, o objetivo foi perceber como o tamanho das bolinhas de gude influenciava sobre a velocidade de deslocamento nos fluídos. Soltamos a bolinha menor e observamos o que aconteceu, essa deslocou até o fundo do recipiente. Em seguida, realizamos os mesmos procedimentos para a esfera maior. Indutivamente, notamos diferenças entre elas, a menor apresentou pequena vantagem em relação a maior na questão da velocidade, ao percorrer a distância entre o topo ao fundo do vaso.

Por meio disso, conduzimos questionamentos sobre os motivos que levaram ao acontecido, mas sem explicar fundamentos teóricos. O próximo passo consistiu em trocar de meio, realizando-se os mesmos procedimentos no detergente. Logo, percebemos que a mesma em relação a água apresentou variações na velocidade.

Ao analisar as respostas, que os alunos realizaram, surgiram os seguintes enunciados, “isso acontece, pois, o detergente apresenta uma densidade diferente da água”, “as bolinhas de gude são de diferentes tamanhos e interferem na velocidade de deslocamento”.

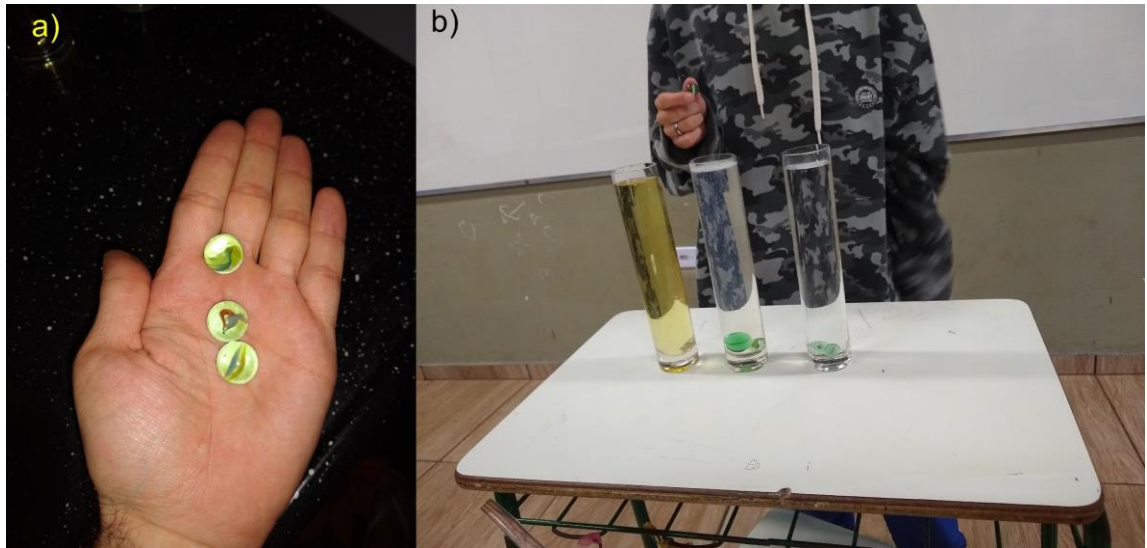
As diferenças nas velocidades foram aparentes para os estudantes, porém, notamos a falta de conhecimento sobre a viscosidade dos meios. Aquelas ocorrem pela dificuldade de locomoção em fluídos em decorrência da viscosidade.

Essa é uma característica comum dos líquidos, relacionada com a sua habilidade de fluir, quanto maior ela for mais difícil será em movimentar-se, por isso, dizemos ser mais “viscoso”. Suas propriedades são inerentes dos líquidos, devido à relação profunda com forças intermoleculares, quanto maiores forem, mais as moléculas permanecem unidas, não permitindo os corpos fluir com facilidade (VAZ, 2012 p. 155-158).

Para compreenderem melhor a viscosidade de diferentes meios, realizamos os mesmos procedimentos com óleo de soja. Nesse caso, foi exclusivamente para comparação, por meio de condições semelhantes. Para o teste, utilizamos esferas iguais, com objetivos de visualizar como seriam as diferenças na velocidade entre água, óleo e detergente.

Conforme visto anteriormente, na água a velocidade foi maior em relação ao detergente, porém no óleo ficava intermediária. Mas como isso seria possível? Assim, apresentamos as comparações entre os três, conforme mostra a figura 8.

Figura 14 - a) Realizando o experimento em três meios diferentes, água, óleo e detergente: b) As três esferas (bolinhas de gude) aparentemente iguais.



Fonte: Acervo do autor.

Percebemos as diferenças citadas nos discursos de alguns estudantes, “a água é mais rala, detergente mais grosso e o óleo fica no meio”. A partir dessas afirmações, podemos construir ideias sobre viscosidades e como interferem na velocidade dos corpos.

Aproveitamos o mesmo experimento para discutir a interferência por meio da área de seção transversal. Contrariamente à Força Peso, a qual se intensifica à medida que a massa aumenta, em meios viscosos, as dimensões voltadas as áreas de contato interfere mais significativamente, diminuindo a velocidade (GONÇALVES FILHO, 2013 p. 29).

6.7 Conhecendo os elementos da Força de Arraste

A partir das ideias trabalhadas e observadas na aula anterior, velocidade em fluídos, diferenças de meios e dimensões dos corpos, aproveitamos esses conceitos para formalizar a Força de Arraste. Direccionamos para o assunto principal, que é referente à resistência dos fluídos sobre corpos em altas velocidades, os quais dependem dos meios analisados.

Para fazer sentido sobre o conteúdo e trazer comparações, analisamos situações simples, como os saltos de paraquedistas. Na prática dessa modalidade

esportiva, encontramos os fluídos gasosos, os quais analisamos em aulas anteriores, pois são relevantes em relação a formalização de conceitos.

Ao iniciar um movimento em queda livre, a resistência é pequena, pois, a Força Peso acelera o corpo para baixo. Após alguns instantes, o mesmo deixa de ganhar velocidade em consequência da resistência do ar, alcançando a velocidade limite.

Explicamos com casos do cotidiano, que os designs de carros de corridas, motos, aviões, entre outros são importantes para os esportistas se sobressaírem. Principalmente em modalidades esportivas, que levam em consideração a resistência dos fluídos para obter melhores resultados (STUDART; DAHMEN, 2006 p. 36-40).

Aproveitamos informações trabalhadas anteriormente e contextualizamos sobre Força de Arraste e seus constituintes. A densidade dos meios representados por, ρ (rô), pelas diferenças de viscosidade entre água, óleo, detergente e ar; área de seção transversal, por meio, das bolinhas de gude; o coeficiente de arrasto dado por C , dependente do meio, onde ocorre o deslocamento; velocidade dos corpos, nas quais, quanto maior for a intensifica, constituindo a equação empírica da Força de Arraste:

$$D = 1/2C\rho Av^2 \quad (10)$$

A área transversal sofrendo variações em um salto de paraquedas, influencia na velocidade, que se aumentada, a velocidade diminui, o contrário também acontece, sendo inversamente proporcional.

Para reforçar essas informações, aplicamos um vídeo sobre o salto de paraquedas em grupos². Nessa prática, o objetivo é formar desenhos humanos no céu. Necessitando, para que isso ocorra, os participantes caírem na mesma velocidade em um exato momento. Essa operação é complexa, devido aos aviões possuírem poucas saídas.

Inevitavelmente, alguns saem mais atrasados, dessa forma, os primeiros podem se distanciar, mas para evitar isso, fazem manobras para atrasar ou acelerar o movimento de queda. Os retardatários têm que alcançar os primeiros, para isso, fazem movimentos no ar diminuindo, sua área de seção transversal aumentando a velocidade (YOUNG, 2016 p.163).

² Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OJK6CVkjjUs>

Somente no instante, que caírem na mesma velocidade, é possível formar as figuras no céu, apenas por alguns instantes. O intuito da aplicação desse vídeo foi perceber como a área de contato faz diferença na rapidez da queda dos corpos, aumentado ou diminuindo-a. Assim, com ideias simples, observamos informações elencadas no vídeo, ligadas à outras apresentadas anteriormente, com as quais construímos os conceitos da Força Arraste. Aplicamos exemplos voltados à situações comentadas, após, exercícios teóricos e numéricos.

6.8 Analisando vídeo e gráficos com auxílio do software Tracker para verificar da velocidade limite.

Compreender como a viscosidade dos líquidos, velocidade de deslocamento dos corpos sofrem influência nos diferentes meios, concentra-se o pilar central para formalizar os conceitos da Força de Arraste. Por meio das diferenças entre eles, verificam-se influências, apesar de possuírem os mesmos quesitos, embora características sejam parecidas.

Nessa aula, houve aproveitamento de materiais usados anteriormente, mas a dinâmica diferente. Como já tínhamos realizado o experimento das bolinhas de gude na água, óleo e detergente, retomamos esses itens, porém dessa vez, fizemos análises de vídeos. Esses foram produzidos com o auxílio do aplicativo de smartphone open-câmera, a fim de demonstrar em câmera lenta, como as esferas se locomovem nos meios, conforme a figura 15.

Figura 15 - Vídeos na água, óleo e detergente, para verificação das características.



Fonte: Acervo do autor.

O importante nesse caso foi apresentar, discutir e mostrar que as estruturas de realização eram semelhantes. Proporcionamos alguns instantes de discussão e verificação das características particulares dos experimentos. Assistindo às filmagens, questionamos a respeito das diferenças de velocidade entre a água e óleo e em qual o movimento seria mais atrasado. As primeiras respostas foram um pouco confusas, pois ao comparar ambos, as diferenças eram pequenas.

Em seguida, observamos as bolinhas de gude no detergente, porém, dessa vez, as diferenças foram mais evidentes. Assim que assistimos ao vídeo da atividade experimental realizada no detergente, logo nos primeiros instantes, os estudantes perceberam como a velocidade é inferior aos demais.

Com a visualização dos vídeos, relembramos alguns conceitos com a finalidade de discutirmos ideias, como o porquê das desigualdades verificadas, ligadas às viscosidades dos líquidos. Porém ainda, não tínhamos quantificado as informações a respeito dos valores da velocidade e da Força de Arraste em cada um dos líquidos.

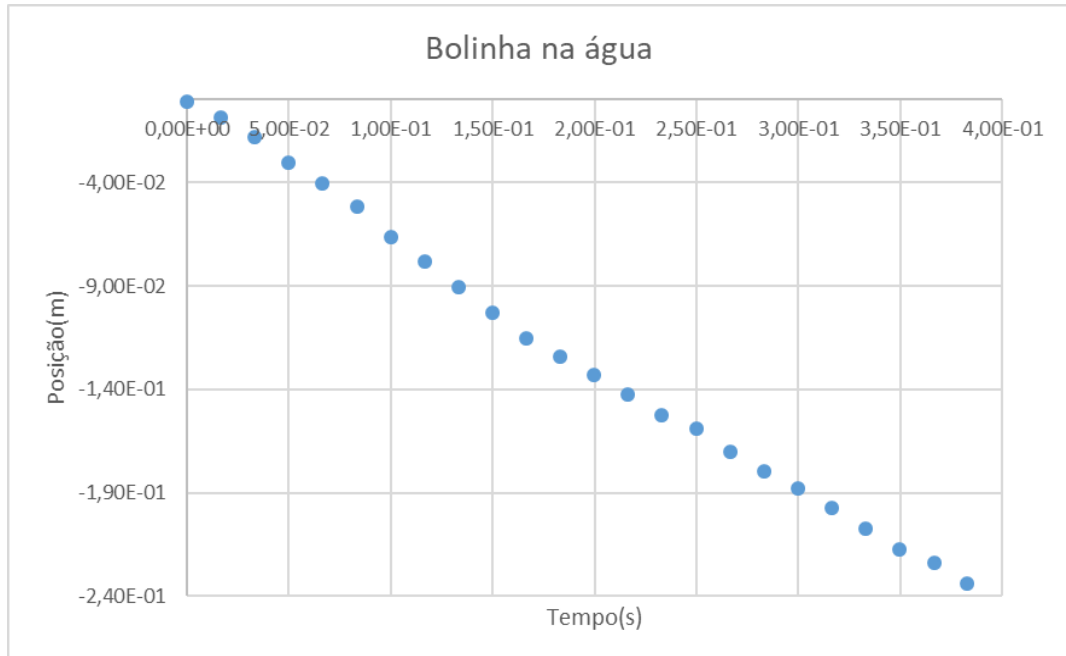
Assim, levantamos a possibilidade de construir marcações de pontos sobre a trajetória das esferas. Dessa forma, foram possíveis análises apresentado outra ferramenta.

Introduzimos informações a respeito do programa Tracker, como alternativa para fazer marcações em intervalos de tempo, na trajetória das esferas ao se deslocar na água, óleo e detergente. Após isso, como construir gráficos em funções no Excel, analisando características como distâncias percorridas e alcance da velocidade limite. Com o uso dessa tecnologia, os materiais se tornam potencialmente significativos, aproximando os alunos, a partir de instrumentos (BEZERRA JR, 2012 p. 472- 475).

Primeiramente, realizamos a atividade na água e apresentamos o gráfico, construído a partir dessa ferramenta em situação extraclasse. Em seguida, foram sucedidas considerações a respeito dos elementos para interpretações. Essa análise contribui para a satisfação de algumas necessidades, como interpretação e extração de informações, aos alunos, logo que, uma das maiores dificuldades é

encontrada ao trabalharmos com gráficos. O comportamento e trajetória da esfera na água é apresentado no gráfico 1.

Gráfico 1 – Comportamento da bolinha no decorrer do tempo na água.



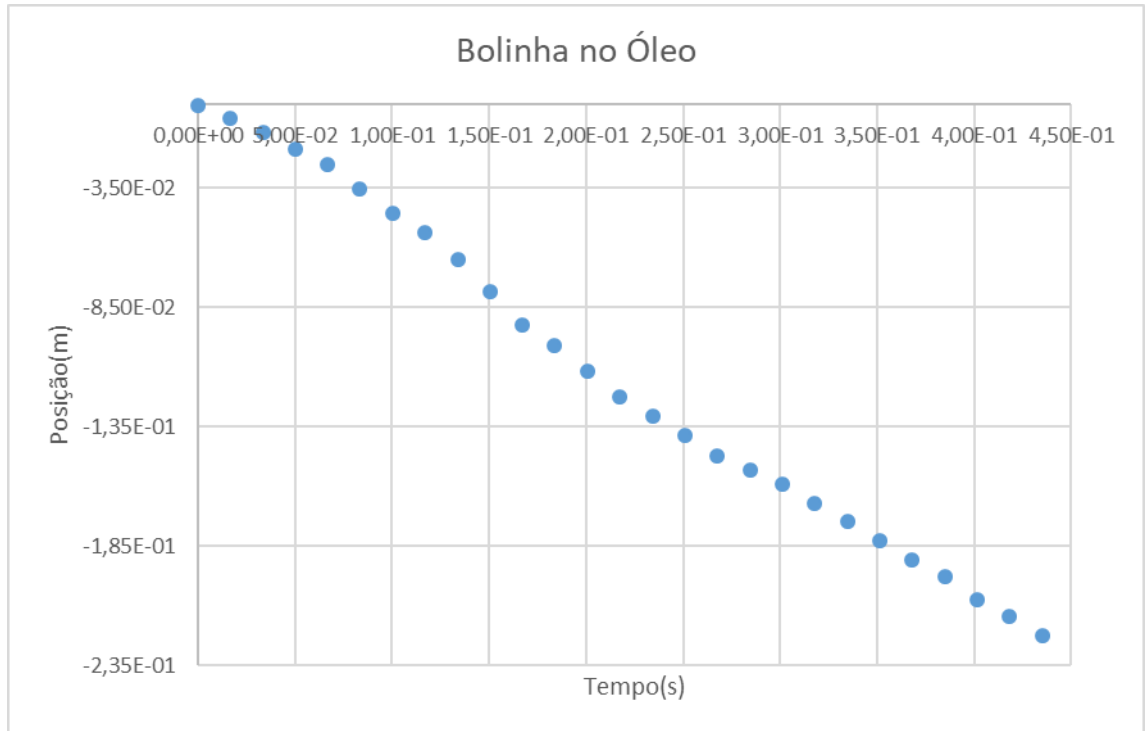
Fonte: Autoria própria.

Conforme observado no gráfico acima, verificamos a trajetória da esfera na água, por meio dos pontos demarcados, com auxílio dos programas Tracker e Excel. Aparentemente, analisando Posição x Tempo, percebemos como os intervalos entre eles são próximos.

Com essa informação, concluímos que a esfera alcança a velocidade limite, percebidas pela falta das variações entre os pontos, ou seja, a distância entre eles é a mesma, pela interferência do líquido. Nos primeiros instantes, percebemos as diferenças e variação na velocidade, demonstrada pela curva, logo, ocorre estabilização.

Posteriormente, apresentamos marcações realizadas na trajetória e velocidade da bolinha ao ser abandonada no óleo, para verificação das características em um fluido intermediário. Percebemos que a bolinha desenvolveu trajetória semelhante, conforme mostra o gráfico 2.

Gráfico 2 - Comportamento da bolinha no decorrer do tempo no óleo.



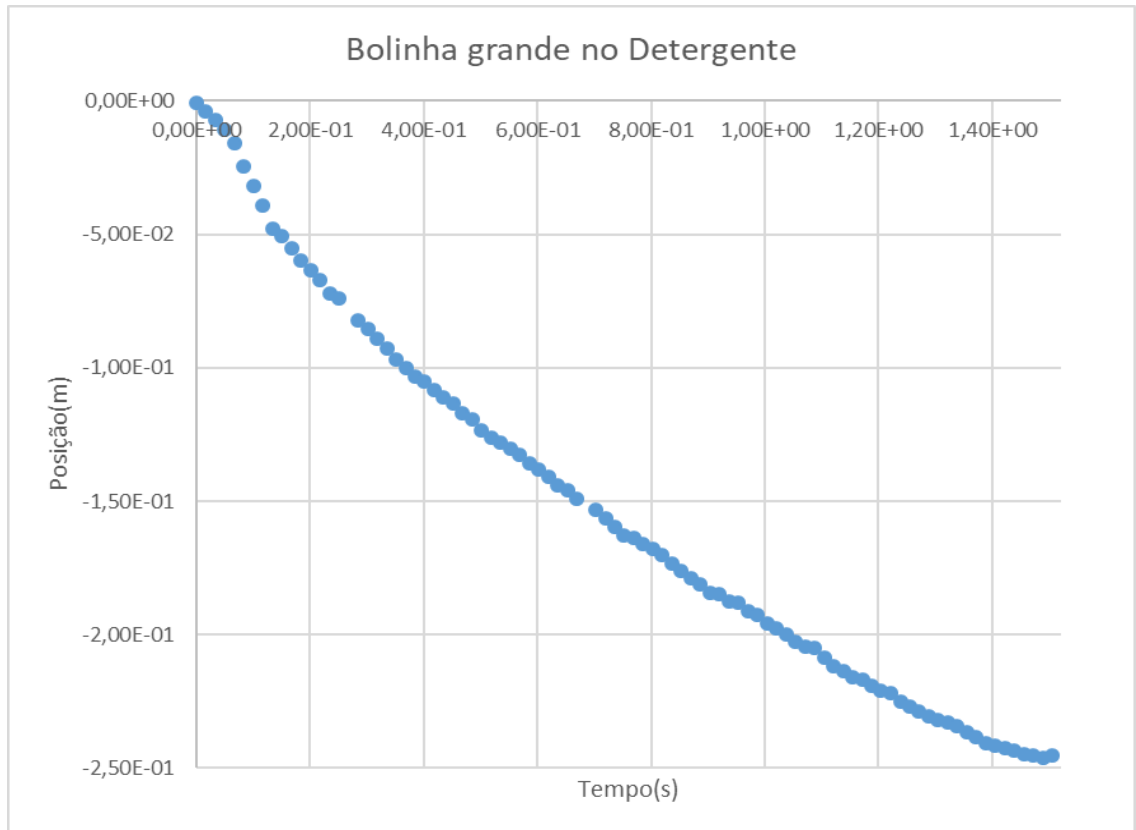
Fonte: Autoria própria.

Em comparação com o primeiro gráfico, percebemos semelhanças na curva da trajetória projetada pela esfera. As diferenças entre os pontos são pequenas, dessa forma, os estudantes notaram proximidades entre eles. Percebemos que, assim como na água, nesse fluido a bolinha também alcança a velocidade limite, após alguns instantes.

Alguns alunos questionaram sobre o deslocamento e a velocidade, se, no caso, não seriam iguais ao da água, sendo necessário realizar a contagem sobre a quantidade de pontos. Constatamos a presença de 23 pontos no gráfico da água e 27 no do óleo, ou seja, existem diferenças nas resistências, mesmo que poucas aparentes.

No detergente, realizamos os mesmos procedimentos e comparação. Logo, ao assistir ao vídeo, notaram a diferenças de velocidade significativas em relação aos demais, pois se deslocava lentamente. Ao elaborar o gráfico, percebemos divergências em relação aos outros, considerando as distâncias entre pontos, os quais influenciam as diferenças de velocidade, conforme observa-se no gráfico 3.

Gráfico 3 - Comportamento da bolinha no decorrer do tempo no detergente.



Fonte: Autoria própria.

A quantidade de pontos da trajetória da bolinha no detergente em relação aos outros é expressivamente superior. Assim levantamos as causas, que levaram as diferenças entre elas, verificadas que a velocidade é menor. Nesse caso, ocorreu o alcance da velocidade limite, porém, em comparação a água e o óleo, é muito inferior, devido à viscosidade maior.

Nos primeiros instantes, o gráfico apresenta maiores variações nas distâncias entre os pontos, com o decorrer do tempo estabiliza-se. No detergente, essa velocidade limite é muito mais aparente, que as demais. Os pontos são sequenciados em intervalos ainda menores, apresentados pela quantidade na tabela 6.

Tabela 6 – Análise de pontos em diferentes fluidos, conforme a densidade e viscosidade.

Fluído	Pontos	Tempo (s)	Densidade g/cm ³
Água	23	3,8	1
Óleo	27	4,4	0,9
Detergente	88	14,7	1,008 – 1,027

Fonte: Autoria própria.

Por meio dos gráficos, identificamos como as diferenças de viscosidades interferem no deslocamento, pois, apresentaram velocidades superiores e inferiores. Questionados sobre o sistema de gráficos, realizamos uma pergunta para compreensão da Força de Arraste nos meios gasosos, que foi a seguinte: E quando levamos em consideração a mesma esfera em deslocamento no ar, como seria esse movimento?

Após reflexões, chegaram a algumas conclusões desse fluido, “como é gasoso, a viscosidade e a resistência são menores, assim, a velocidade será superior em comparação aos líquidos. Porém, a velocidade limite é alcançada igualmente aos demais”.

Desta maneira, compreenderam melhor como os fluidos interferem no movimento. Essas análises só foram possíveis pela adoção de vídeos e gráficos, na procura de suprimir dificuldades, que a maioria dos alunos possui, em extrair e interpretar informações de gráficos. Com isso, essa tecnologia de software com aplicativos de smartphones proporcionam melhorias no ensino.

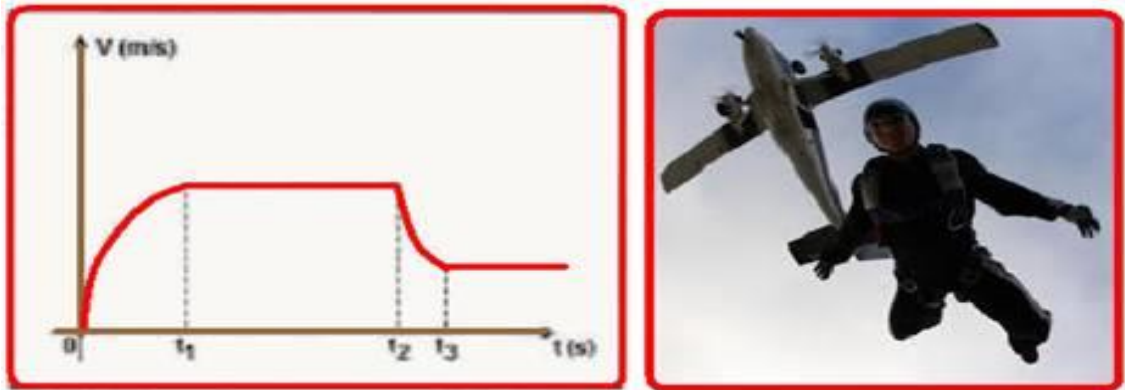
6.9 Aplicação da atividade de verificação de aprendizagem sobre a Força de Arraste

Nessa aula, foram aplicadas atividades para verificar se ocorreu melhor aproveitamento dos conteúdos pelos estudantes, diante das propostas de sequência didática, importantes para construir hipóteses e fazer ajustes, se necessário. Conseqüentemente, também temos diversas maneiras de avaliá-los, não somente por listagens de exercícios.

Ao verificar as respostas dos discentes, os itens mais importantes para as evidências de melhor aprendizado são as melhorias em capacidade de argumentação, participação e disponibilização para a realização das atividades.

Na questão número um, o intuito foi analisar uma figura ligada a um gráfico, com isso obter conclusões e responder afirmativas de verdadeiro ou falso, figura 16.

Figura 16 – Gráfico e imagem analisadas no exercício número 1 para responderem os questionários.



Fonte: <http://fisicaevestibular.com.br/novo/mecanica/dinamica/forca-de-resistencia-do-ar/exercicios-de-vestibulares-com-resolucao-comentada-sobre-forca-de-resistencia-do-ar/>.

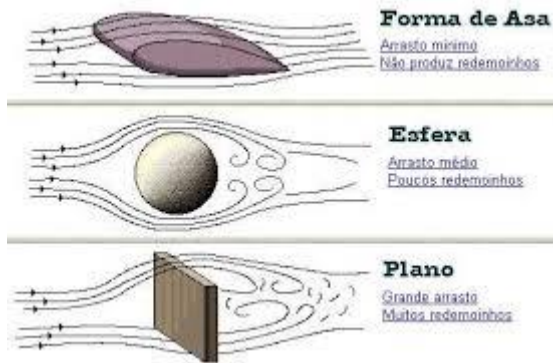
Eles deveriam fazer leituras, interpretações e extração de informações dos conceitos envolvidos sobre velocidade limite, por meio de informação gráfica e outros relacionados à resistência do ar. Analisando as respostas dos estudantes, verificamos que o nível de acerto foi atingido pela maioria dos estudantes.

A próxima questão foi a resolução de exercícios aplicados sobre a intensidade da força de arrasto e envolviam resistência do ar, velocidade limite e intensidade na Força de Arraste. Encontramos um cenário positivo em relação às questões de cálculo da primeira unidade, pois a quantidade de acertos foi maior, porque se não resolveram corretamente, ao menos, tentaram, somente em alguns casos, encontramos o exercício em branco.

Os objetivos da próxima foram identificação da Força de Arraste e os conceitos de nulidade, quando o corpo alcança a velocidade limite. Observando as respostas, notamos que as existências de várias definições anteriores causaram confusões de conceitos. Se a velocidade é constante as forças são nulas, ou seja, iguais, o nível de acerto foi considerado baixo.

A questão número quatro, foi analisar dimensões dos corpos, asas de avião, esferas e quadrados. O objetivo era perceber como a área de contato com o fluido interferia na movimentação dos corpos. Verificamos a capacidade de argumentação nas respostas foram satisfatórias, figura 17.

Figura 17 – Imagem analisada na questão quatro, dimensões dos corpos.



Fonte: https://www.google.com/search?q=for%C3%A7a+de+arrasto&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjJys33oc3cAhXDvJAKHd0aCC8Q_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=03TPG G4bwkSxMM.

Na última questão, foi analisado situações em figuras voltadas ao cotidiano, 5 a. Nessa, um praticante de saltos em altitudes sobre uma montanha, modificou sua posição após alguns instantes do salto, figura 18.

Figura 18 – Questão da atividade, para identificação das mudanças de posições durante um salto.



Fonte: https://www.google.com/search?q=for%C3%A7a+de+arrasto+nos+esportes&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjW976cq83cAhXMIJAKHYovAvIQ_AUICigB&biw=1366&bih=662.

Nesse caso, os discentes deveriam explicar o porquê das mudanças de posições, pois, logo que ao saltar, o corpo do praticante inicialmente encontrava-se na horizontal. Com o passar do tempo, modificou para a vertical, facilitando o deslocamento no ar e reduzir a resistência.

Já na figura 5 b, eles deveriam descrever como a influência do ar força a movimentação, a partir do aumento na área de contato, figura 19.

Figura 19 – imagem questão 5 b, analisar como aumentar a Força de Arrasto pelo aumento da área de contato com o ar.



Fonte: https://www.google.com/search?q=for%C3%A7a+de+arrasto+nos+esportes&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjW976cq83cAhXMIJAKHYovAvIQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgdii=KY9bl5y97swB3M:&imgcr=qFFOp0EjBoGgVM.

Nela havia um atleta correndo com um paraquedas sobre o solo. A descrição correta seria que ao aumentar a superfície de contato com o ar, acentuaria a resistência. Assim a força para o esportista se deslocar para frente é aumentaria, em consequência, o esforço físico seria maior.

Na imagem 5 c, trata-se sobre roupas dos atletas, posições e formas de capacetes dos praticantes de provas de bicicletas de alta velocidade, figura 19.

Figura 20 – Imagem da questão 5 c, trajes especiais para melhor rendimento nas modalidades esportivas de velocidade.



Fonte: https://www.google.com/search?q=for%C3%A7a+de+arrasto+nos+esportes+ciclismo&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjx5_zMrc3cAhUikJAKHdRaAwgQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgcr=8puZYeD3PQm3BM.

Os alunos deveriam perceber que ao usar esses trajes, facilitariam o deslocamento e maior ganho de velocidade, diminuindo a resistência do ar, para obter melhores resultados.

Assim como nas demais análises de cenas, percebemos que nessa questão 5, os estudantes apresentaram boa desenvoltura, com respostas concisas e bem argumentadas.

No geral as respostas foram satisfatórias, percebemos que há evidências de compreensão conceitual. Com a aplicação de atividades planejadas, notamos que os estudantes adquiriram melhores capacidades em debater, interpretar ideias. Verificamos melhor rendimento ao trabalhar conteúdos de forma diversificada, com materiais potencialmente significativos, dinâmicas de grupos e novas tecnologias no ensino.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sequência didática constitui-se em importante ferramenta para planejar atividades de maneira mais eficaz, assim, por meio dela, torna-se possível desenvolver diversas abordagens de conteúdo. Assim, percebemos, por intermédio da aplicação da nossa sequência didática, evidências de melhorias de ensino e aprendizagem em Física.

É importante notar que pretendemos por meio dessa atividade, mostrar que a mesma pode ser desenvolvida em ambientes comuns da escola. Pois o colégio não possui laboratório equipado, que comporte a turma toda. Pensamos também, que a sequência didática servirá para atender outros professores de instituições de ensino, logo que encontramos situações similares a nossa.

Com a implementação da sequência didática, proporcionamos aos estudantes visualizar, interagir, debater e expor ideias sobre temas conceituais, contribuindo para apreensão dos conteúdos. Pois a mesma foi importante para que todos os estudantes pudessem participar e construir conhecimentos. Assim, proporcionamos a introdução de novos assuntos, engajados em ideias concretas, voltadas ao cotidiano, ao resgatar princípios físicos que os estudantes conheciam formalizando os saberes.

Percebemos que houve mais interação dos discentes, porque utilizamos variadas ferramentas de ensino. Assim, possibilitamos maior proximidade e extração de melhores resultados.

As atividades planejadas foram bem-sucedidas, à medida que realizamos sua aplicação. Verificamos melhorias na capacidade argumentativa dos estudantes por meio de comparações entre diferenças nas respostas espontâneas durante e após o processo. Também pelo envolvimento nas realizações de experimentos, leitura e debate de textos, análise de vídeos e simulações.

Porém, nem todas as atividades pretendidas puderam ser aplicadas, pois, algumas ferramentas dependem de acesso à internet, porque o Colégio não possui sistema disponível para estudantes.

As ferramentas foram potencialmente significativas, sendo eficazes diante dos resultados observados, e, aumentando a quantidade de informações com leitura de textos, conseguimos: desenvolver debates e interação de ideias com experimentos;

por intermédio de simuladores, mostramos situações reais para modificá-las, com dados curiosos, impossíveis de serem reproduzidos sem instrumentos apropriados, e/ou distantes para a realidade. Por último, inserimos programas computacionais, que ajudaram o desenvolvimento de informações ligadas aos conteúdos enriquecendo mais as aulas e suprimindo dificuldades.

Assim, durante todo esse processo, verificamos que ao planejar e utilizar ferramentas adequadas, os resultados dos alunos foram satisfatórios. Nesse contexto, entender coisas simples e construir conhecimentos, a partir da instigação da curiosidade foi mais vantajoso. Inclusive, percebemos diferenças no comportamento de alguns estudantes, antes apáticos, demonstraram maior interesse.

Na realização das atividades, o principal diferencial que percebemos, foi a capacidade de argumentação, por meio de evidências de aprendizagem. Notamos que, anteriormente, os estudantes apresentavam dificuldades em responder questionários. Após a aplicação, a argumentação das questões de análises de situação, interpretação de dados e descrição melhoraram com as ferramentas, satisfazendo necessidades. Contrapondo às metodologias do ensino tradicional, essas atividades contribuíram para o processo de aprendizagem e sucesso escolar.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Leandro S. Facilitar a aprendizagem: ajudar aos alunos a aprender e a pensar. *Psicol. Esc. educ.* [online]. 2002, vol.6, n.2 [citado 2018-06-01], pp. 155-165. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141385572002000200006&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 1413-8557.

ARAÚJO, I.S. e MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem de Física. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v.30, n. 2: p. 362-384, ago. 2013.

ARTUSO, Alysson Ramos. Física/Alyson Ramos Artuso, Marlon Wrubleski; Ilustrações Antônio Eder... [et al.]. – Curitiba: Positivo, 2013.

ASSIS, Alice; TEIXEIRA, Odi Pacubi Baierl. Algumas considerações sobre o ensino e aprendizagem do conceito de energia. *Ciência & Educação*, v.9, n.1, p.41-52, 2003.

ASSIS, Alice. Leitura, argumentação e ensino de física: análise da utilização de um texto paradidático em sala de aula / Alice Assis. - - Bauru: [s.n.], 2005. Disponível em:

http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/fisica/teses/leitura_argumentacao.pdf.

BARRENECHEA, Cristina Azra. Cognição situada e a cultura da aprendizagem: algumas considerações. *Educ. rev.*, Curitiba, n. 16, p. 139-153, dez. 2000. Disponível: em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-4060200000200010&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 30 jul. 2018.

Brasil. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio/Ministério da Educação, Secretaria de Educação Médio e Tecnologia. – Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

BEZERRA JR, Arandi Ginane et al. Vídeo análise com o software livre Tracker no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda lei de Newton. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, p. 469-490, ago. 2012. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/21687>>. Acesso em: 07 dez. 2018. doi: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2012v29nesp1p469>.

BONJORNO&CINTON. Física: Mecânica, 1º ano. -3ed. – São Paulo: FTD, 2016. – (coleção Física) vários autores.

BUENO, José Geraldo Silveira. Função social da escola e organização do trabalho pedagógico. *Educ. rev.*, Curitiba, n. 17, p. 101-110, June 2010. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602001000100008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 07 nov. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.222>.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Física: proposta para um ensino construtivista / Anna Maria Pessoa de Carvalho. – São Paulo: EPU, 1989.

COSTA, S. S. C. e MOREIRA, M. A. A resolução de problemas com um tipo especial de aprendizagem significativas. Cad. Cat. Ens. Fís., v. 18, n. 3; p. 263-277, 2001. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/85024/000313595.pdf?sequence=1>

DOCA, Ricardo Helou. Física, volume 1: Mecânica: Ensino Médio/Ricardo Helou Doca, Gualder José Biscuola, Newton Villas Bôas. – 3.ed. – São Paulo: Saraiva, 2016.

EVANGELISTA, Luz Roberto. Perspectivas em História da Física – Vol. I – Dos Babilônicos à síntese Newtoniana. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2011.

FEITOSA, Adriane Dorninger. A influência do Vetiver nos parâmetros de resistência do solo, coesão e ângulo de atrito. 2017. 43 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

FIOLHAIS, Carlos; TRINDADE, Jorge F. – Física para todos: concepções erradas em mecânica e estratégias computacionais. In COLÓQUIO DE FÍSICA DO INSTITUTO POLITÉCNICO DE TOMAR, 1; SILVA, P. Pires da [et al.], ed. – A física no ensino, na arte e na engenharia. Tomar: Escola Superior de Tecnologia - Instituto Politécnico de Tomar, 1999. ISBN 9729473242. p. 185-202.

FUKUI, Ana: Ser protagonistas: Física, 1º ano: Ensino Médio/Ana Fukui, Madson de melo Molina, Venê; organizadora edições SM; obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida por edições SM; editora responsável Ana Souza Nani. – 3 ed. – São Paulo: Edições SM, 2016. – (coleção ser protagonista).

GATTI, Bernadete Angelina. Os professores e sua identidade: o desvelamento da heterogeneidade. Cad. Pesq., São Paulo, n,98, p. 85-90, ago. 1996.

GONÇALVES FILHO, Aurélio. Física: interação e tecnologia, volume 1/ Aurélio Gonçalves Filho, Carlos Toscano. – 1. Ed. São Paulo: Leya,2016.

Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Física 1: Mecânica / GREF- 5. Ed. 3. Reinpr. – São Paulo: Editore da Universidade de São Paulo, 2006.

HALIDAY, David, 1916-2010. Fundamentos de Física, volume 1: mecânica/ David Halliday, Robet RESnick, Jean Walter; tradução Ronaldo Sergio de Biasi. -10. ed.- Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HECKLER, Valdir. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica / Valmir Heckler, Maria de Fátima Oliveira Saraiva e Kepler de Souza Oliveira Filho. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, n. 2, p. 267-273, (2007). Disponível em www.sbfisica.org.br.

LABURU, Carlos Eduardo; ARRUDA, Sérgio de Mello; NARDI, Roberto. Os programas de pesquisa de Lakatos: uma leitura para o entendimento da construção do conhecimento em sala de aula em situações de contradição e controvérsia. *Ciênc. educ. (Bauru)*, Bauru, v. 5, n. 2, p. 23-38, 1998. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73131998000200003&ln

MASINI, Elcie F. Salzano (organizadora). *Psicopedagogia na escola: buscando condições para a aprendizagem significativa*/Elcie F. Salzano Masini, organizadora: Edna Maria Santos, Elena Etsuko Shirahige. - - São Paulo: Unimarco, 1993.

MORÁN, J. (1995). O vídeo na sala de aula. *Comunicação & Educação*, (2), 27-35. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9125.v0i2p27-35>.

MOREIRA, Marco Antônio. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel* Marco Antônio Moreira, Elcie F. Salzano. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, Marco Antônio- *Ensino de física no Brasil : retrospectiva e perspectivas*; *Revista brasileira de ensino de física*. São Paulo. Vol. 22, n. 1 (mar. 2000), p. 94-99.

MOREIRA, Marco A. (Marco Antônio), 1942 – *Mapas conceituais e aprendizagem significativa / Marco Antônio Moreira*. – São Paulo: 2010.

MOREIRA, Marco Antônio, 1942- *Teorias de Aprendizagem*. – 2. Ed. Ampl. – [Reimpr.]. – São Paulo; E. P. U.,2015.

NASCIMENTO, Fabrício do; FERNANDES, Hylio Laganá; MENDONÇA, Viviane Melo de. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. *Revista HISTEDBR On-line*, Campinas, SP, v. 10, n. 39, p. 225-249, ago. 2012. ISSN 1676-2584. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8639728>>. Acesso em: 05 jun. 2018. doi:<https://doi.org/10.20396/rho.v10i39.8639728>.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. *Curso de Física básica – vol. 1 / H. Moysés Nussenzveig 4ª edição* - - São Paulo: Editora Blucher, 2002.

OLIVEIRA, Fabio Ferreira de; VIANNA, Deise Miranda; GERBASSI Reuber Scofano. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 3, p. 447-454, (2007) www.sbfisica.org.br

PALMA, Giovano, PRADO, Lucius De Albuquerque. Considerações sobre a formação de lâmina d' água em pistas de repouso e decolagem de aeroportos. *R. Conex. SIPAER*, v. 3, n. 1, nov. 2011.

PARANÁ. SEED, Secretaria de Estado da Educação. *Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física*. Curitiba: SEED-PR, 2008.

PEDUZZI, Luiz O. Q. Física Aristotélica: por que não considera-la no ensino de mecânica? *Cad. Cat. Ens. Fis.*, v.13, n1: p.48-63, abr.1996.

PELIZZARI, Adriana. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel/Adriana Pelizzari, Maria de Lurdes Kriegl, Márcia Pirihi Baron, Nelcy Teresinha Lubi Finck, Solange Inês Dorocinski. Rev. PEC, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001-jul. 2002.

PPP, Plano Político Pedagógico do Colégio Estadual Aducto Silva Rocha de Luiziana - Pr, 2016.

POZO, Juan Ignacio. Aprendizagem e mestres: a nova cultura da aprendizagem/Juan Ignacio Pozo. Tradução; Ernani Rosa – Dados Eletrônicos. – Porto Alegre: Artmed, 2008.

SAN'TANA, Blaidi. Conexões com a Física/ Blaidi San'tana...[et. al.]. – 2. Ed. – São Paulo: Moderna, 2013.

ROONEY, Anne – A história da Física. 2013 – São Paulo – M. Books do Brasil Ltda.

SERWAY, Raymond A. Princípios de física/ Raymond A. Serway, John W. Jewtt, Jr.; tradução técnica André Koch Torres Assis. – São Paulo: Cengage Learning, 2011.

STUDART, Nelson. DAHMEN, Sílvio R. A Física do voo na sala de aula. Física nas Escola, v. 7, n.2, 2006. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/116433/000570127.pdf?sequence=1>

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. Revista Brasileira de Informática na Educação, [S.l.], v. 18, n. 02, p. 04, ago. 2010. ISSN 2317-6121. Disponível em: <http://br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/1205>>. Acesso em: 27 dez. 2018. doi: <http://dx.doi.org/10.5753/rbie.2010.18.02.04>.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. Ciências & Cognição, [S.l.], v. 13, n. 1, mar. 2008. ISSN 1806-5821. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/687/464>>. Acesso em: 26 jan. 2019.

TESTONI, Leonardo André. Um Corpo que Cai: as histórias em quadrinhos para o Ensino de Física. Leonardo André Testoni; oriente. Maria Lucia Vilta dos Santos Abib. São Paulo: s.n., 2004.

TIPLER, Paul Allan, 1933 – Física para cientistas e engenheiros, v.1; mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica/ Paul A. Tipler, Gene Mosca; tradução Fernando Ribeiro da Silva, Gisele Maria Ribeiro. – Rio de Janeiro: LTC, 2006 3v.: il.

VAZ, Ednilson Luiz Silva et al. Uma experiência didática sobre viscosidade e densidade. Química Nova na Escola, v. 34, n. 3, p. 155-158, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/134959>>.

VEIT, E.A. e TEODORO V.D. Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24, no. 2, Junho, 2002.

VILLANI, Carlos Eduardo Porto. NASCIMENTO, Silvania Sousa. A Argumentação e o Ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de Física do Ensino Médio. *Investigações em Ensino de Ciências* – V8 (3), pp. 187-209, 2003. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/539>

VILLATORRE, Aparecida Magalhães, Didática e Avaliação em Físicas/ Aparecida Magalhães Villatorre, Ivanilda Higa, Silmara Denise Tychanowicz. – São Paulo: Saraiva. 2009.

WERLANG, R. B. e SILVEIRA, F. L. da. A física dos pneumáticos. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 30, n. 3, p. 614-627, dez. 2013.

YOUNG, Hugh D. Física I, Sears e Zemanski: Mecânica/Hugh c. Young, Roger A. Freedman; colaborador a. Lewis Ford; tradução Daniel Vieira; revisão técnica Adir Moyses Luiz. – 14. Ed. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

YOUNG, Michael. Para que servem as escolas. *Educ. Soc.*, Campinas, vol. 28, n. 101, p. 1287-1302, set. /dez. 2007: Disponível em <http://www.cedes.unicamp.br>

ZIMMERMANN, E. e EVANGELISTA, P. C. Q. Pedagogo e o ensino de Física nas séries iniciais do ensino fundamental. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 24, n. 2: p. 261-280, ago. 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE: PRODUTO EDUCACIONAL.

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA
TRABALHAR FORÇAS NÃO-CONSERVATIVAS**

LUIZ CARLOS GOMES FILHO
ADRIANA DA SILVA FONTES
OSCAR RODRIGUES DOS SANTOS

CAMPO MOURÃO

2019

LUIZ CARLOS GOMES FILHO

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA
TRABALHAR FORÇAS NÃO-CONSERVATIVAS**

Produto Educacional apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Campo Mourão, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador (es):

Adriana da Silva Fontes

Oscar Rodrigues dos Santos

CAMPO MOURÃO

2019

1 INTRODUÇÃO

Para descrever, uma série de fenômenos físicos relacionados ao cotidiano, utilizamos os conceitos de força, definido matematicamente por Isaac Newton. Porém, a concepção já era conhecida anteriormente, como um agente capaz em alterar o estado dos corpos, seja em repouso ou movimento uniforme. Capaz de explicar fenômenos simples, desde ações de senso comum as mais complexas ligadas aos avanços tecnológicos e científicos (DOCA, 2016 p.117).

Seguindo a análise, encontra-se a classificação em dois grupos distintos, forças conservativas, ou seja, não perde intensidade ao interagir com outro corpo ou meio, mantem-se constante durante o processo de aplicação. Outras, as não-conservativas ou dissipativas existente, agem sobre os corpos ocasionando perda na intensidade aos sistemas em diversas formas (calor, sons, desgastes entre outros), (NUSSENZVIEG, 2002 p. 142)

Considerando esta classificação de forças, há dificuldades de compreensão por parte dos alunos, para diferenciar as duas classes, muitas vezes, são dadas importância apenas para os sistemas conservativos, os quais levam a aprendizado falho em alguns aspectos.

Inclusive nas DCEs (Diretrizes Curriculares Estaduais) do Paraná, faz severas críticas a situações abordadas em exercícios como, “Considere um corpo de massa m que desliza sobre uma superfície perfeitamente lisa”, ou ainda “desconsidere todo o atrito entre objeto e superfície”. Naturalmente, quando se inicia o conceito de força é trabalhado com sistemas sem atrito, porém, deve-se deixar claro aos estudantes, que são situações hipotéticas, e em nosso cotidiano são pouco presentes. Deficiente formação neste conceito pode criar dificuldades em compreender as diferenças entre forças conservativas e dissipativas (SEED, 2008 p. 25).

Neste sentido, esta é uma proposta de sequência didática para trabalhar forças não-conservativas, que consta em um conjunto de atividades, constituídas de várias ferramentas de ensino, as quais, procuram facilitar o desenvolvimento do tema. Estas atividades podem ser desenvolvidas por sequências ordenadas e fundamentadas significativamente, buscando aprimoramento dos conhecimentos e um aprendizado mais efetivo.

A sequência didática será separada em dois tópicos principais, na primeira parte, dedicaremos ao estudo da força de atrito e suas aplicações no cotidiano, na segunda parte, serão discutidas sobre força de arrasto presente na mecânica dos fluidos. Embora aparentemente sejam temas simples, são de extrema importância para a formação, conceitos que estarão presentes no decorrer de sua vida. Os conteúdos abordados atividades serão desenvolvidos em aproximadamente 10 aulas.

2 Objetivos

2.1 Objetivo geral das aulas

- Aprimorar o ensino-aprendizagem dos alunos sobre o conceito de forças não-conservação (dissipativas), destacando sua existência e ação sobre os corpos.
- Trabalhar o conteúdo forças não-conservativas (dissipativas) com enfoque CTS (Ciências Tecnologia e Sociedade);
- Propor o conteúdo de maneira potencialmente significativa.
- Propor experimentos que auxiliem o aprendizado.

Pré-requisitos: Leitura, interpretação e análise de conceitos.

2.2 Objetivo específico

- Identificar em quais locais no Cotidiano encontram-se as forças não conservativas.
- Compreender em quais casos elas nos beneficia e em quais nos atrapalham;
- Entender que na vida cotidiana, estas forças estão presentes o tempo todo;
- Conhecer medidas desenvolvidas por meio da tecnologia para reduzir forças dissipativas aumentando a eficiência de diversas máquinas.

3 Dimensões do conteúdo a serem trabalhadas (conceitual, procedimental e atitudinal)

Aprender sobre as forças não-conservativas é essencial para os estudantes compreenderem uma série de situações e aplicações. Diferenciar casos, que apresentam vantagens, ou seja, contribui para a realização da tarefa, outro em desvantagens, prejudicam.

Um fator fundamental ao começar o desenvolvimento destes conceitos é realizar considerações, motivando e colocando os estudantes diante de situações interativas, como por exemplo, a utilização de materiais potencialmente significativos.

Assim, procura-se trabalhar de diversas formas como: por meio de imagens, textos introdutórios, vídeos e promovendo debates para a familiarização do assunto.

Após uma visão geral e compreensão das aplicações, serão desenvolvidas atividades experimentais para a consolidação dos conceitos. Na sequência, atividades com simuladores, que servirão como outra ferramenta importante para o aprendizado, pois, situações descritas teóricas podem ser reproduzidas com seu auxílio. Finalmente, o desenvolvimento de exercícios avaliativos, com objetivo de verificar se os objetivos foram ou não alcançados e se o material auxiliar cumpriu com seu papel.

4 Recursos:

- Datashow;
- Software de apresentação;
- Quadro branco;
- Marcador para quadro branco;
- Textos;
- Vídeos;
- Simuladores;
- Tirinhas de Física;
- Atividades experimentais.

Proposta de avaliação: Questionário para verificação de aprendizagem, leitura de imagens, tirinhas e análise da compreensão dos alunos em relação aos conceitos estudados.

Tabela 1 – Organização da Sequência Didática.

Conteúdo	Atividade desenvolvida	Ferramenta de Ensino
Aulas 1 e 2: Apresentando a força de atrito.	Leitura, discussão de textos e análise de vídeos.	Textos informativos e vídeos.

<p>Aula 3: Aprendendo o que é atrito e a diferença entre o estático e o dinâmico.</p>	<p>Exposição de conteúdo, desenvolvimento a partir de questionário, análise se de figuras e apresentação de equações.</p>	<p>Questionários e exposição oral.</p>
<p>Aula 4: Entendendo a diferença entre as superfícies de contato.</p>	<p>Aplicação de experimentos para compreender a diferença entre as superfícies e o atrito</p>	<p>Experimentos.</p>
<p>Aula 5: Usando simuladores para entender melhor o atrito.</p>	<p>Trabalho com a manipulação de simuladores a fim de compreender situações diversas.</p>	<p>Simuladores computacionais.</p>
<p>Aula 6: Aplicação de atividade para verificação de aprendizado.</p>	<p>Análise de exercícios e com figuras, tirinhas, conceituais e problemas de aplicação.</p>	<p>Exercícios, figuras ilustrativas, tirinhas de Física.</p>
<p>Aula 7: A Força de Arraste.</p>	<p>Aplicação de experimento para introduzir o assunto de maneira mais contextualizada.</p>	<p>Experimento.</p>
<p>Aula 8: Conhecendo os conceitos da Força de Arraste. .</p>	<p>Apresentação dos conceitos aproveitando os anteriores, conhecendo velocidade limite e influência do fluido e características do corpo na trajetória.</p>	<p>Questionário e exposição oral.</p>
<p>Aula 9: Analisando gráficos para compreender a Força de Arrasto.</p>	<p>Analisar vídeos realizados a partir da atividade experimental e verificar os conceitos a partir de análise de vídeos e gráficos.</p>	<p>Software Tracker, vídeos, aplicativo Open-câmera e Excel.</p>
<p>Aula 10:</p>	<p>Análise de exercícios e</p>	<p>Exercícios, figuras</p>

Aplicação de atividade para verificação de aprendizado.	com figuras, tirinhas, conceituais e problemas de aplicação.	ilustrativas , tirinhas de Física.
---	--	------------------------------------

Fonte: Autoria própria.

2 Unidade 1: Força de Atrito

2.1 Aula 1 e 2: Apresentando a força de atrito.

Obs: Como são duas ferramentas complementares, as aulas 1 e 2 estão na mesma unidade. De preferência aplicá-las em aulas geminadas.

Para iniciar a sequência didática, teremos como oportunidade dar ênfase, para que os alunos reconheçam a existência de forças contrárias, a tendência do movimento denominada “Força de Atrito”, será desenvolvida com um conjunto de atividades abrangendo diferentes ferramentas de ensino, com finalidade em alcançar aprendizagem significativa.

Correlacionar a Força de Atrito a situações cotidianas, procurando alcançar maneiras de integrar os estudantes à acontecimentos vivenciados, já adquiridos anteriormente. Como ponto de partida, tomaremos a Física relacionada aos pneus, os quais apresentam nos componentes fontes de informações riquíssimas, aguçando curiosidades envolvidas, muitas vezes observadas, porém, não refletidas.

Para isso, temos como proposta a atividade da primeira aula, a realização de leitura dinâmica, após, direcionar para explanação das principais ideias e buscar integração entre as partes. Como fonte exploratória, serão aplicados recortes de texto sobre “A Física dos Pneumáticos”, da Revista Brasileira de Física, 2013 disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Pneus.pdf>.

Este texto de apoio, aborda temas complementando informações, às vezes transmitidas por diferentes meios de comunicação, porém sem contextualização adequada para seu entendimento.

Como o texto é um pouco extenso para facilitar a leitura e debate, a turma será dividida em grupos de 4 à 5 alunos, cada um receberá uma parte. Ficarão encarregados de ler, refletir, extrair e expor as principais ideias leva-las ao debate

com os demais colegas. A separação em tópicos para facilitar a divisão em grupos, para a leitura não ficar cansativa, também possibilita exposição dos conceitos.

1 Texto para a leitura e debate

Física dos Pneumáticos

1.1 Introdução

Os pneumáticos fazem parte do cotidiano há mais de um século, estando presentes em automóveis, aviões, bicicletas, carrinhos de bebê, brinquedos e em várias outras tecnologias que utilizam rodas. Considerados itens imprescindíveis para a sociedade contemporânea, tiveram origem no século XIX e passaram por muitas fases de desenvolvimento, antes de se apresentarem como os conhecemos hoje.

As ideias iniciais do pneu, surgiram quando uma goma de borracha, utilizada para impermeabilizar tecidos, foi depositada sobre uma roda. Esta tentativa não foi muito bem-sucedida, pois devido às flutuações de temperatura do ambiente e ao surgimento de fluxos de energia na forma de calor da borracha/tecido para o ambiente e vice-versa, a roda emborrachada, assim construída, manifestou sua deficiência ao derreter-se.

Por volta do ano de 1830, Charles Goodyear, acidentalmente, percebeu que, ao elevar a temperatura da borracha, com a presença de enxofre, conseguia manter as propriedades de elasticidade da goma de borracha em um amplo intervalo de temperaturas. Surgiu assim o processo que, atualmente, denominamos de vulcanização.

Contudo, o processo de patente do pneumático somente foi solicitado no ano 1845 pelos irmãos Michelin. Mais uma etapa da história dos primórdios do pneu ocorreu no ano de 1845, quando Robert Thompson inseriu um invólucro repleto de ar no interior dos pneus de borracha sólida. Transcorridos quarenta e três anos da invenção de Thompson, John Boyd Dunlop, veterinário escocês, teve a mesma ideia e

"reinventou" o pneu, ao improvisar uma câmara de ar de borracha flexível, envolvendo-a em uma lona e montando-a em um aro de madeira.

Dunlop conseguiu a patente pela invenção da roda pneumática, abrindo o caminho para o "século da mobilidade". Desde então, os pneumáticos passaram por várias etapas de desenvolvimento, a fim de permitirem maior segurança, durabilidade e conforto para os usuários. Essas modificações vão desde a inserção de lonas estabilizadoras, garantindo maior área de contato entre o pneu e o solo, até tecnologias mais contemporâneas, como o Sistema de Manutenção de Ar (AMT), desenvolvido recentemente nos laboratórios da Goodyear, o qual permitirá que os pneus mantenham a pressão ideal sem a necessidade de quaisquer bombas externas.

Você já parou para se questionar por que os pneus de automóveis derrapam ou emitem sons agudos quando adentram em uma trajetória curva ou quando "se pisa fundo no acelerador"? Ou por que os pneus de automóveis de Fórmula 1 têm sua temperatura aumentada com mantas térmicas e são mais largos que os pneus convencionais? Ou a razão de os pneus de bicicletas de corrida serem mais estreitos do que os das bicicletas de passeio? Ou por que os pneus de tratores possuem água no seu interior? Ainda, se você já calibrou os pneus de uma bicicleta, deve ter se perguntado por que a pressão é muito maior do que a pressão dos pneus de um automóvel? Estas questões serão respondidas nessa proposta, após leitura e reflexão.

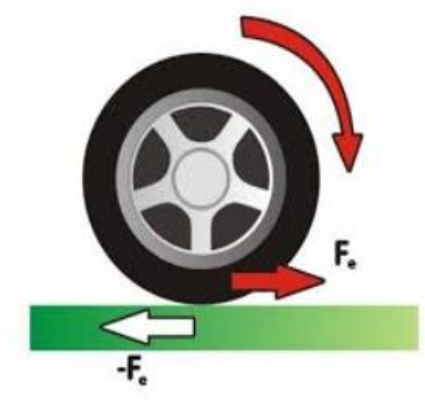
1.2 Discutindo a Física.

Para que possamos responder as questões sugeridas, precisamos recorrer a alguns conceitos básicos de Física. Primeiramente, precisamos discutir o papel do pneu em um veículo. Quando pensamos na física que está por trás do funcionamento de um veículo, o pneu é um dos componentes mais importantes, já que é o responsável por fazer o veículo se movimentar ou parar.

O leitor deve estar se perguntando, como o pneumático é o responsável pelo movimento do automóvel? Sim, o pneu permite que o torque motor do veículo promova uma força de tração, graças ao atrito com a pista de rolamento.

Se lembrarmos das Leis de Newton, poderemos entender que o pneumático nas rodas de tração exerce uma força ($-F_e$) sobre o solo ou pista de rolamento com sentido oposto ao do movimento do carro em relação ao solo, o qual por sua vez exerce uma reação (F_e) de sentido oposto que será responsável por colocar, manter ou acelerar o movimento do veículo, conforme figura 1.

Figura 1 - Forças envolvidas nos pneus ao se deslocarem sobre o pavimento.



Fonte: https://www.google.com.br/search?q=a+fisica+dos+pneumaticos&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwioloTTyfgAhXeEbkGHWc6CO8Q_AUIDygC&biw=1366&bih=657#imgcr=BB7B3GLY-zBdKM.

Além dessa função, os pneus exercem outros papéis fundamentais para o funcionamento do veículo. Eles são responsáveis, por exemplo, pela mudança de direção do automóvel, pela eficiência na frenagem, pela sua estabilidade, contribuindo também para, juntamente com as molas de suspensão e com os amortecedores, atenuar as vibrações e solavancos consequentes do pavimento de rodagem.

Quando freamos o automóvel, a situação é diferente daquela que ocorre na tração dos pneus. O freio exerce uma ação na roda, interna ao automóvel, que se opõe ao seu giro. Então, o pneu empurra o chão para frente por atrito e o chão exerce uma força de atrito no pneu para trás, conforme descrito pela Terceira Lei de Newton, reduzindo assim a velocidade do veículo em relação à pista. Assim sendo, a força de atrito e o coeficiente de atrito têm papéis fundamentais no processo de frenagem.

Curiosamente, os pneus novos (sem desgaste) apresentam um coeficiente de atrito estático com a estrada (seca e pavimentada com concreto ou com asfalto) de aproximadamente 0,85, enquanto que o coeficiente de atrito dos pneus já desgastados por algumas centenas de quilômetros rodados é maior, com valor aproximado a 1,0.

Entretanto o desgaste dos pneus não deve ser tal que a profundidade do sulco na banda de rodagem atinja menos do 1,6 mm por outras razões que estão relacionadas à segurança. Se esse desgaste for superior, os pneus extrapolam a margem de segurança e algumas normas voltada para a função dos sulcos e ranhuras ficam prejudicadas.

A diferença no coeficiente de atrito entre os pneus novos e os desgastados sugere que se conteste uma indicação usual quando a troca envolver apenas dois pneus. Ao contrário do que frequentemente é preconizado, a preferência deve ser por pneus novos no eixo traseiro do automóvel. Nas frenagens de emergência os pneus que mais colaboram para o efeito de “segurar” o automóvel são os pneus dianteiros e por isto um pouco gastos trazem maior segurança.

Os pneus novos originam acelerações, em frenagens e em curvas, inferiores àquelas que podem ser conseguidas com pneus desgastados, pois tais acelerações dependem do coeficiente de atrito. Por outro lado, a possibilidade de ocorrência de acelerações maiores reflete em distâncias de frenagem menores, bem como maior segurança nas curvas. Quando os outros dois pneus forem trocados os pneus traseiros serão repassados para a dianteira, colocando-se um par de pneus novos atrás.

1. 3 Produção de som através de derrapagens

Agora vamos discutir por que os pneus de automóveis derrapam e por que emitem sons agudos quando adentram em uma trajetória curva ou saem do estado de repouso rapidamente.

Esse fenômeno pode ser comparado com o impacto de um pequeno martelo de borracha contra a pista de rolamento. Tanto o bloco de contato quanto o pavimento são elásticos (recuperam as formas originais depois de terem sofrido uma deformação e dissipam energia mecânica na forma de calor e de ondas sonoras.

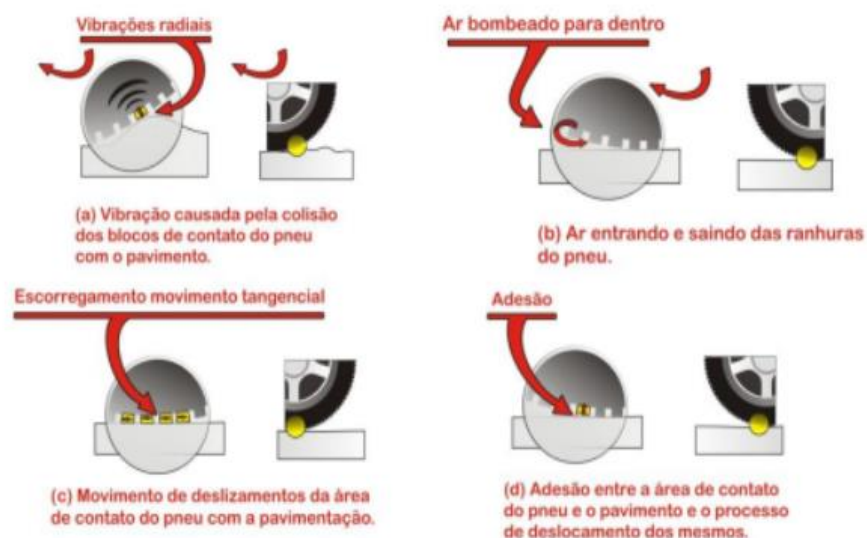
Um segundo mecanismo de produção de som, entre o pneu e a pavimentação, corresponde ao fluxo de ar na área de contato entre o pneu e o pavimento, especificamente nas ranhuras, que são comprimidas e distorcidas. O ar arrastado nessas passagens é comprimido e bombeado para dentro e para fora dos caminhos,

devido aos efeitos de compressão e bombeamento do ar para fora das ranhuras do pneu, o som é gerado aerodinamicamente.

Um terceiro mecanismo capaz de gerar som nessa interface é o deslizamento da borracha sobre o pavimento. Quando o veículo automotor acelera ou freia, na área de contato do pneu com o piso, surgem forças de tração ou frenagem, capazes de distorcer a carcaça do pneu. Essa ação de escorregar acontece em um intervalo de tempo pequeno e gera tanto o ruído quanto vibração.

Finalmente, porém não menos importante, existe um mecanismo de produção de ondas sonoras, denominado adesão. O contato entre a banda de rodagem do pneu e o pavimento provoca a aderência entre eles (fenômeno de ligação entre as moléculas das duas superfícies em contato). Quando o bloco de borracha do pneumático e o pavimento perdem o contato, existe a liberação de energia na forma de som, provocada pela vibração da carcaça do pneu, dessa forma ouvimos ruídos, demonstrado na figura 2.

Figura 2 - Sistema representativo das condições que produzem som nos pneus.



Fonte: https://www.google.com.br/search?q=a+fisica+dos+pneumaticos&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwioloTTYfjgAhXeEbkGHWc6CO8Q_AUIDygC&biw=1366&bih=657#imgrc=XVcKbRJPezc_QM.

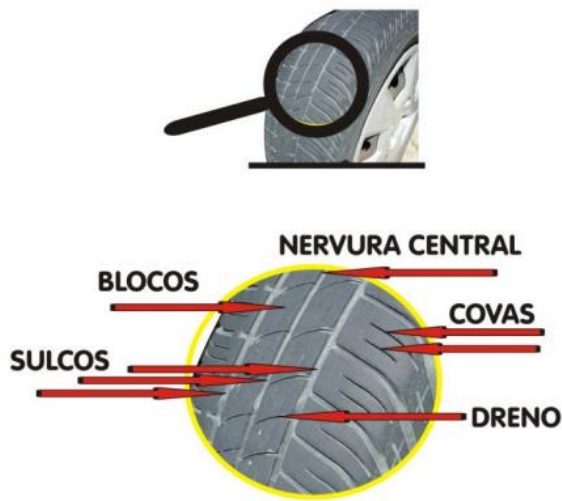
1.4 Sistema de drenagens

Para que possamos entender melhor as derrapagens, precisamos discutir uma característica dos pneumáticos, o desenho da banda de rodagem. Quando possuem ranhuras, os pneus são classificados como pneus de nervura, já os pneus sem nervuras são normalmente nomeados de “slicks” (lisos). Um pneu “slick” é utilizado, unicamente, em piso seco, por oferecer uma maior superfície de contato com o pavimento do que um pneu com nervura, o qual, por sua vez, pode ser utilizado em pisos molhados e secos.

Os pneus com ranhuras possuem banda de rodagem com formas diferentes, cada uma com uma função específica. A banda de rodagem possui uma nervura central, que mantém um contato “circunferencial” do pneu com o piso, proporcionando manobrabilidade e aderência do pneu com a pista de rolagem. Além disso, possui blocos, também denominados de “biscoitos”, responsáveis por proporcionar a tração e a frenagem e sulcos que são responsáveis pela drenagem (expulsão) da água e lama.

Os drenos são sulcos auxiliares, que levam a água para fora da área de contato do pneu com o solo, aumentando sua aderência em piso molhado, reduzindo a possibilidade indesejável de aquaplanagem (formação de uma lâmina de água entre a pista e o pneu, capaz de suprimir o atrito da pista com o pneu). As covas são pequenas ranhuras, que auxiliam na dissipação da energia na forma de calor, quando o pneu está aquecido, figura 3.

Figura 3 - As diferentes ranhuras dos pneus, com finalidade de funções variadas.



Fonte: https://www.google.com.br/search?q=a+fisica+dos+pneumaticos&source=lnms&tbn=isc&sa=X&ved=0ahUKEwioloTTYfjgAhXeEbkGHWc6CO8Q_AUIDygC&biw=1366&bih=657#imgrc=M5-K-Ds1WqzZ_M.

1.5 Pneus de carro de Fórmula 1

Para entendermos o uso de mantas térmicas nos pneus de Fórmula 1, precisamos perceber a importância da temperatura no desempenho do pneu, pois esta afeta a capacidade que ele tem de suportar as tensões de cisalhamento, isto é, esforços longitudinais ou laterais ao movimento do pneu em relação à pista.

Para baixas temperaturas, o desempenho do pneu será menor já que não resiste às tensões de cisalhamento (deformação quando, sujeito as forças que agem provocando deslocamento em planos diferentes, mantendo o volume constante) originando esfarelamento (graining), isto é, a liberação de pequenos pedaços da borracha do pneu, semelhante ao que ocorre quando atritamos uma borracha escolar a um papel. Por analogia, é possível observar que se a borracha escolar for mais mole ou estiver a uma temperatura mais elevada, liberará uma quantidade menor desses pedaços ou farelos de borracha, assim como o pneu quando está na temperatura adequada.

Portanto, o uso de mantas ou cobertores térmicos nas corridas automobilísticas propicia um pré-aquecimento dos pneus, para que eles atinjam mais rapidamente a temperatura ideal de uso, evitando um desgaste desnecessário por esfarelamento.

Normalmente, nas primeiras voltas de uma corrida, o piloto obtém os menores e melhores tempos, justamente porque a temperatura do pneu atinge a faixa ideal, o que proporciona uma melhor aderência à pista de rolamento. Nas voltas seguintes, o pneu se desgasta, ou seja, perde a borracha da banda de rolagem, diminuindo sua capacidade de deformação (elasticidade) e de dissipação de energia na forma de calor, ocasionando uma alteração da sua temperatura e conseqüentemente um esfarelamento maior.

Outra questão interessante que nos propusemos a discutir é por que os pneus de carros de Fórmula 1 são mais largos do que os convencionais, ou seja, qual é afinal a influência da largura dos pneus no seu desempenho durante as corridas? Uma concepção equivocada sobre a largura dos pneus, parte do pressuposto de que a intensidade da força de atrito estática máxima depende fortemente da área das superfícies que se atrimam.

Dessa forma, a maior largura dos pneus dos carros de corrida não está a serviço de um ganho substancial (como o senso comum imagina) nas forças de atrito. Então, qual é o real motivo dos pneumáticos dos carros de Fórmula 1 serem mais largos do que os comumente usados em automóveis?

A razão primordial está relacionada ao grande desgaste que os pneus sofrem em uma corrida. Tal desgaste da banda de rodagem depende da pressão (força por unidade de área) exercida na região de contato. Ora, um pneu mais largo, além de estar sujeito a uma pressão menor do que um pneu estreito, também possui mais borracha para ser desgastada, permitindo assim que as trocas de pneus durante as corridas sejam menos frequentes.

1.6 Processos de rolamento

E os pneus de bicicletas de corrida, não são mais estreitos do que os pneus de bicicletas de passeio ou de trilhas? Correto, entretanto nesse caso a explicação deve-se ao fato de que, quanto mais estreito for o pneu, maior será a pressão, de modo que o pneu não se achate demasiadamente. Essa indicação também se aplica aos pneus de automóveis.

Adicionalmente, uma pressão elevada nos pneus diminui a região deformada em contato com a pista de rolamento. Quanto menor é a região deformada (mantido todo o resto constante), menor será a resistência ao rolamento, visto que nas rodas de bicicletas de corrida deseja-se a menor resistência ao rolamento possível. Ou seja, alta pressão implica em pequenas deformações no pneu e, conseqüentemente, diminui a resistência ao rolamento.

A roda ideal seria aquela que não resiste ao rolamento, entretanto permite grandes forças de atrito entre a borracha e asfalto. Nesse caso, o coeficiente de atrito estático é próximo à unidade, possibilitando que o valor da força máxima de atrito seja semelhante ao valor da força normal. O atrito pode ser usado na roda como força motora (nas rodas de tração) ou como força resistente (quando freamos o carro ou a bicicleta) ao movimento do veículo e ainda para fazer curvas. Portanto, não se deseja eliminar atrito em rodas, mas sim minimizar a resistência ao rolamento, mostrados na figura 4.

Figura 4 - Processo de rolamento e as forças envolvidas no processo de deformação.



Fonte: https://www.google.com.br/search?q=a+fisica+dos+pneumaticos&source=lnms&tbn=isc&sa=X&ved=0ahUKEwioloTTYfjgAhXeEbkGHWc6CO8Q_AUIDygc&biw=1366&bih=657#imgrc=2uXEb2IK8-GOYM.

Uma roda indeformável, sobre uma pista indeformável, não resiste ao rolamento. Ora, para reduzir a distância (d) e, conseqüentemente, a resistência ao rolamento, precisamos reduzir a região deformada. Aumentando a pressão em um pneu reduz-se a região deformada, diminuindo então a resistência ao rolamento. Isso também explica o fato de os pneumáticos de bicicletas de corrida operarem com pressões manométricas de mais de 100 libras/pol² ou 100 psi (mais de 6 atm),

enquanto que a pressão em um pneu convencional de automóvel usualmente não passa de 2 atm.

Outra questão interessante é por que a força Normal se desloca para frente? A resposta se relaciona ao fato de que as deformações do pneu não são meramente elásticas, mas possuem uma componente de amortecimento ou de dissipação de energia mecânica. A resistência ao rolamento determina que haja perda de energia mecânica internamente ao pneu, causando o aumento da sua temperatura.

Essa perda pode também acontecer na pista de rolamento, se esta for deformável, como por exemplo, uma pista de areia ou lama. E qual é a explicação para a água no interior dos pneus de tratores? A grandeza física responsável pela tração no veículo é a força de atrito estática, e seu valor máximo é diretamente proporcional à força normal. Portanto, ao adicionar um líquido às rodas de tração do trator, estamos aumentando a intensidade do peso e da força normal.

Logo, o enchimento parcial dos pneus com um líquido, ao invés de inflá-los apenas com ar, permite um incremento na força de atrito estática máxima e o trator poderá ser utilizado com maior propriedade para o seu fim, sem perder a aderência com a pista de rolamento em caso de elevada tração. O lastro dos pneus de um veículo de tração consiste em um método de substituição de até 75% do volume de ar por uma solução de cloreto de cálcio (CaCl_2). O cloreto de cálcio é escolhido principalmente por possibilitar um peso adicional de até 50% sobre o peso da água, sendo isto vantajoso do ponto de vista.

1.7 Processo de calibração

Agora você vai olhar para os pneumáticos dos veículos de uma forma diferente. Vai perceber que o funcionamento de um pneu depende de muita física e que é importante manter sua pressão e temperatura em valores adequados, a fim de evitar desgastes desnecessários das borrachas, melhorando a dirigibilidade do carro, diminuindo o número de acidentes e consumindo menos combustível. Como discutimos, o pneu está cheio de ar ou, no caso dos tratores, de ar, água e cloreto de cálcio, e inevitavelmente esse ar tenderá a escapar para o exterior do pneu, onde a pressão é menor.

Portanto, pouco a pouco o pneu tenderá a diminuir a pressão, deformando-se mais, aumentando a sua temperatura devido à maior resistência ao rolamento. Conseqüentemente, se o pneu não for mantido a uma pressão adequada, poderá desgastar-se rapidamente e até rasgar-se ou “estourar”.

Desse modo, o ato de verificação da pressão dos pneus (calibragem) deve ser repetido depois de alguns dias. Para realizar esse processo, convém consultar as tabelas de pressão fixadas no manual dos veículos. No entanto, deve-se observar que esses valores tabelados são válidos apenas para “pneus frios”, ou seja, pneus que se encontram na temperatura ambiente, que não tenham rodado nas últimas duas horas ou tenham rodado menos de três quilômetros em baixa velocidade.

Para um pneu que apresente temperatura mais alta, normalmente a pressão será mais alta. Dessa forma, quando desejarmos calibrar um “pneu quente”, a recomendação é que a pressão deva estar cerca de 4 psi (0,3 BAR) acima da pressão do “pneu a frio”. No caso de a pressão de um “pneu quente” estar acima do recomendado pelo manual, nunca se deve retirar o ar desse pneumático, já que normalmente o pneu demora de duas a três horas para esfriar.

Portanto, retirar ar de um pneu quente irá provocar um caso de pressão baixa e todas suas desagradáveis conseqüências que afetam o desempenho e a durabilidade do pneu, aumentando o consumo de combustível. Desse modo, pense na física dos pneumáticos do seu veículo pelo menos a cada quinze dias ou quando viajar por um trajeto mais extenso. Esse pequeno exercício de física pode redundar em economia de combustível e aumento de segurança ao trafegar! E não se esqueça de medir a pressão do pneumático reserva (estepe).

Fonte: Werlang, R. B. e Silveira, F. L. da. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 30, n. 3, p. 614-627, dez. 2008, p. 616-013. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5165538> Acesso em 15/06/2018.

Para finalizar e fazer os alunos refletirem melhor sobre o assunto, será aplicado nesse momento um vídeo com o título “Chuva, Pneus carecas a 120 km/h? Nós testamos? Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6WESL-CYz3A&t=483s9mim:44s>. Este vídeo discute assuntos importantes, como, veículos estarem em diferentes velocidades, e faz medição das distâncias percorridas após acionamento dos freios, a diferença entre pneus (novos e “carecas”) em pistas secas e molhadas.

Como forma de motiva-los a refletir sobre o cenário. Será levantado o tema a discussão e aperfeiçoamento das informações.

Aula 3: Formalizando os conceitos de atrito e a diferença entre o estático e o dinâmico.

Após fazer reflexões e apresentar os conteúdos na primeira aula, temos o momento de construção dos conceitos. Procuraremos iniciar esta aula com as seguintes questões, tabela 2.

Tabela 2 – Questões para verificação e investigação de como se encontram os conceitos básicos de forças e corpos.

Questões
1. Você já tentou empurrar corpos com diferentes massas? Se sim, cite exemplos?
2. Imagine dois corpos, um de massa de 50 kg e outro de 100 kg, qual terá maior dificuldade de empurrar? Por quê?

Fonte: Autoria própria.

Embora, sejam perguntas fáceis e óbvias de serem respondidas, mas contém fundamentos importantes para iniciar a aula. Entre as informações a serem levadas em consideração, uma é fundamental para nós, a intensidade da força colocada para empurrar um corpo. Desta maneira, pode-se começar a apresentar as definições envolvendo força de atrito.

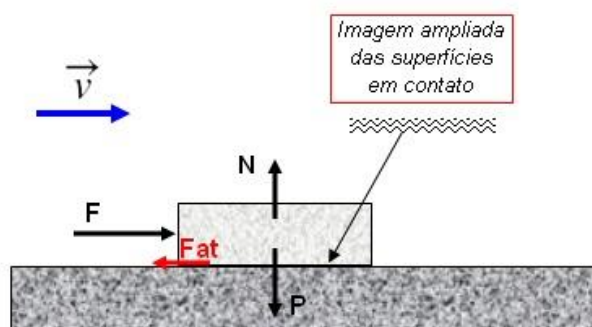
1 Força de atrito.

Nos estudos de movimento até então, para calcularmos a força, ou aceleração dos corpos, consideramos que as superfícies por onde se deslocavam, não exercia nenhuma força contra o movimento. Consideramos desprezível, a força de resistência exercida pela superfície, não sofrem influência.

Assim, por mais lisa que uma superfície seja, sempre existirá força contrária a tendência de movimento chamada de *atrito*. Quando lançamos um objeto sobre uma superfície lisa, ele se desloca por determinada distância, porém sempre atinge o repouso devido à ação da força de atrito (YOUNG, 2016 p. 157). Esta apresenta as seguintes características:

- Se opõe ao movimento;
- Depende da natureza e da rugosidade da superfície (coeficiente de atrito);
- É proporcional à força normal de cada corpo;
- Transforma a energia cinética do corpo em outro tipo de energia que é liberada ao meio, representada na figura 5.

Figura 5 - Forças envolvidas no movimento e a força de atrito localizada entre corpo e superfície.



Fonte: https://www.google.com.br/search?q=for%C3%A7a+de+atrito&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjpm42fs53fAhUCH5AKHT7KA4oQ_AUIDygC&biw=1366&bih=657#imgrc=4XI5_0Vo2mRGgM.

O módulo da força de atrito é definida pela equação 1:

$$F_{at} = \mu \cdot N \quad (1)$$

Onde:

μ : coeficiente de atrito (grandeza adimensional), depende da superfície, onde se encontra um móvel.

N : Força normal (N), força que a superfície aplica sobre o corpo, e é proporcional da massa do corpo (TIPLER, 2006 p. 130-135).

1.1 Atrito Estático e Dinâmico

Ao empurrarmos um carro, ou outro corpo qualquer sobre uma superfície, é possível observar, para iniciar o movimento é necessária força maior do que para mantê-lo. Isto acontece, pois existem dois tipos de atrito: o estático e o dinâmico caracterizando cada uma das situações.

1. 2 Atrito Estático

É aquele que atua quando não há deslizamento entre corpos. A força de atrito estática é variável e depende da força aplicada, ela atinge um valor máximo quando o corpo está na iminência do movimento. As superfícies apresentam diferentes coeficientes de atrito cinético e estático, a força de atrito estático máxima pode ser calculada pela equação 2:

$$F_{at_{est}} = \mu_e \cdot N \quad (2)$$

onde: μ_e é o coeficiente de atrito estático.

1. 3 Atrito Dinâmico

O atrito dinâmico surge quando ocorre deslizamento entre as superfícies e os corpos. Quando se aplica força maior, que a força de atrito estático máxima sobre um corpo, ele entra em movimento, e há diminuição no atrito, sendo mais fácil manter o corpo em movimento, que para iniciá-lo. Nesse caso, a força de atrito passa a se chamar dinâmica.

Podemos calcular a força de atrito dinâmico (ou cinética) utilizando a equação 3:

$$F_{at_d} = \mu_d \cdot N \quad (3)$$

Onde: μ_d é o coeficiente de atrito dinâmico

Fonte: Disponível em <https://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/Dinamica/fa.php> Acesso em 12/07/2018.

Exemplo 1

Considere dois corpos com massa 120kg e 80 kg, estes se encontram sobre uma superfície rugosa onde o coeficiente de atrito é 0,5. Se for aplicado uma força capaz de colocar ambos os corpos em movimento, sobre qual deles teremos uma maior força de atrito? Explique este fato? Caso seja necessário, use a equação para calcular a força de atrito sobre cada um deles.

Exemplo 2

A existência de movimento entre um corpo depende de algumas condições, facilidade de deslizamento, polimento das superfícies entre outras. Considerando um corpo de 150 kg sobre uma superfície que possui coeficientes de atrito estático e cinético respectivamente de 0,4 e 0,3, determine a força de atrito estático máxima e a força necessária para manter o corpo em movimento.

3. 3 Aula 4: Entendendo a diferença entre as superfícies de contato.

1 Introdução

Os questionamentos regem as Ciências, como por exemplo, porque algumas superfícies são mais susceptíveis ao escorregamento? Embora pareça simples, temos muitos fundamentos científicos envolvidos, desde o tipo de material, lubrificação, adesão à superfície e a massa dos corpos, etc.

Questionamentos como estes nos levam a refletir sobre as características das superfícies, onde se encontram cada corpo. A diferença de deslizamento pode ser explicada através de aspectos visíveis. É necessário para isso observar a rugosidade, aspereza e polimento, o tipo de material, porque o atrito é uma força de atuação em dimensões microscópicas e depende dessas condições (TIPLER 2006 p. 131-132).

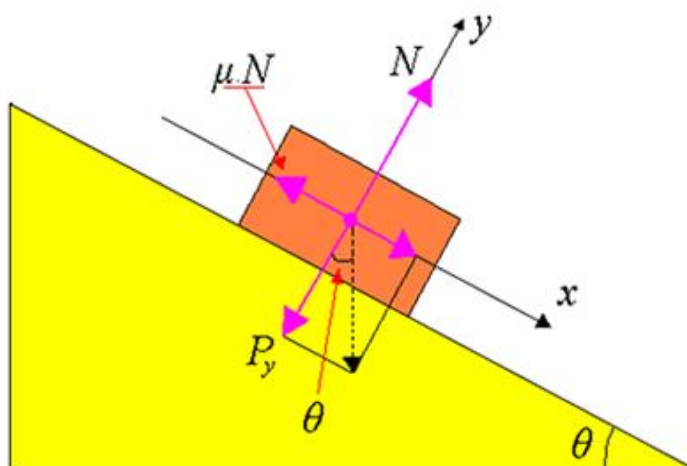
Nesta atividade, vamos determinar os coeficientes de atrito entre as superfícies, verificando a intensidade. Como a força de atrito é proporcional a normal

do corpo e ao coeficiente de atrito, quanto maior a massa do corpo e o coeficiente de atrito, maior ela será. O atrito é gerado entre as superfícies dos corpos e o plano de apoio, conhecer o coeficiente de atrito, torna-se possível determinar a força que a superfície exercerá sobre o corpo.

A determinação do coeficiente de atrito estático é possível por meio do ângulo crítico (ângulo no qual um corpo fica na iminência do movimento), deslizamento obtido em um plano inclinado. Para isso, pode-se apoiar um bloco, numa superfície onde é possível fazer variações no ângulo de inclinação (DOCA, 2013 p. 133-134).

Modificando o tipo de material, que será apoiado na superfície, é possível identificar diferentes coeficientes de atrito, comprovando a dependência com o tipo de material que é constituído. Na figura abaixo, temos um diagrama de forças atuando sobre o corpo de prova na existência do movimento apoiado na superfície inclinada, nessa condição, aplicando no sistema a segunda Lei de Newton nas direções x e y, teremos:

Figura 6 - Ângulo crítico em um plano inclinado.



Fonte: https://www.google.com/search?q=calculando+atrito+atrav%C3%A9s+do+angulo+cr%C3%A9tico&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiqrvcq4KvcAhXMjVkkHZINA4oQ_AUICygC&biw=1366&bih=651#imgrc=3V47-KJ-csU3HM:https_AUICygC&biw=1366&bih=651#imgrc=3V47-KJ-csU3HM.

Direção x:

$$\Sigma F_x = 0$$

$$P_x - F_{at} = 0$$

$$P_x = F_{at}$$

$$P \cdot \text{sen}\theta = \mu \cdot N \quad (1)$$

Na direção y;

$$\Sigma F_y = 0$$

$$N - P_y = 0$$

$$N = P_y$$

$$N = P \cdot \text{cos}\theta \quad (2)$$

Usando a equação 2 e substituindo (1) em (2), teremos:

$$P \cdot \text{sen}\theta = \mu \cdot P \cdot \text{cos}\theta$$

$$\mu = \frac{\text{sen}\theta}{\text{cos}\theta}$$

$$\mu = \text{tan}\theta \quad (3)$$

Esta expressão mostra que o coeficiente de atrito estático depende do ângulo de inclinação do plano, assim podemos desenvolver um experimento no qual é possível identificar o ângulo de inclinação e usando diferentes corpos de prova e determinar o coeficiente de atrito para cada uma delas. A atividade será desenvolvida em grupos de 5 alunos.

2 Experimento 1: Determinação do coeficiente de atrito entre uma superfície por meio do ângulo crítico.

2.1 Objetivos

- Determinar o ângulo crítico de deslizamento entre um corpo e uma superfície.
- Identificar o coeficiente de atrito dos corpos entre diferentes superfícies.
- Compreender qual superfície apresenta mais atrito e os motivos de serem usadas e determinadas situações.
- Calcular a força de atrito entre as superfícies e um corpo.

2. 2 Materiais

- 2 Tabuas de madeira de 100 cm x 30 cm.
- Dobradiças.
- 1 Transferidor de 180°.
- 1 Peso pequeno.
- Linha de náilon.
- Pregos sem cabeça.
- Parafusos.
- 2 Blocos de madeira de massa diferentes, de 5cmX5cm, de preferência cubos.
- Lixas 50 e 100.
- E.V A. (Etileno Acetato de Vinila).
- Cola de isopor.
- 1 Régua.
- Lápis.
- Tesoura.
- Furadeira.
- Calculadora

2. 3 Procedimentos

Para esta atividade, embora tenhamos materiais, uma parte já poderá ser confeccionada e levada pronta para aplicação (plano inclinado).

1. Lixar as duas tábuas.
2. Faça dois afundamentos nas duas tábuas para prender a dobradiça.
3. Prenda as duas tábuas na dobradiça de maneira que ela fique voltada para dentro e possibilite movimentação, conforme a figura 7.

Figura 7 - Sistema de acoplamento das tábuas para plano inclinado.



Fonte: Acervo do autor.

4. Faça um orifício na parte central do transferidor e prenda-o no lado oposto da dobradiça, conforme apresentado na figura 8.

Figura 8 - Objeto para o experimento de plano inclinado.



Fonte: Acervo do autor.

5. Perfure a tábua sob o ponto zero do transferidor e coloque um prego em seguida amarre um fio de náilon com um peso na outra extremidade, mostrado na figura 9.

Figura 9 - Atividade experimental para obtenção dos ângulos críticos.



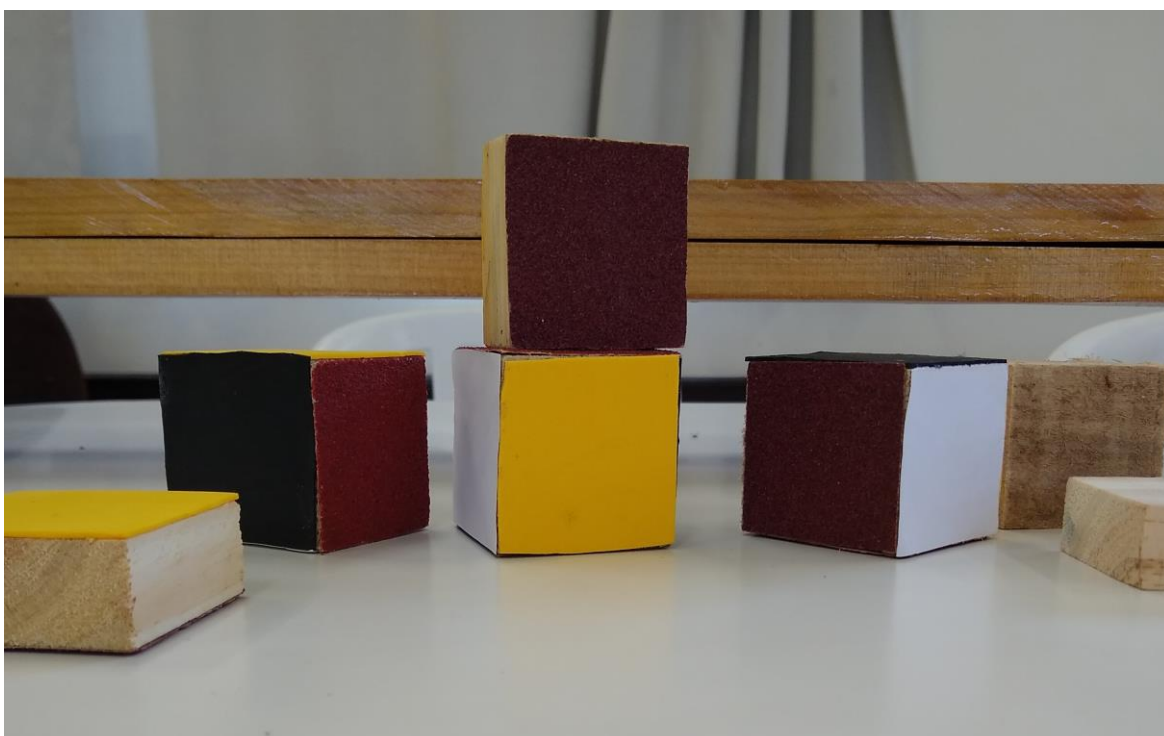
Fonte: Acervo do autor.

Peças para deslizamento.

6. Nos blocos de madeira faça medição e recorte do tamanho de suas faces: pedaços E.V. A., lixas, borracha de pneus e papel.

7. Cole em cada uma das faces um pedaço recortado no item anterior, de preferência do mesmo tamanho, observado na figura 10.

Figura 10 - Resultado final das peças dos blocos de madeira.



Fonte: Acervo do autor.

2.4 Execução do experimento.

1. Coloque o bloco de madeira com uma de suas faces (pode começar pela lixa 50) voltadas para baixo.

2. Levante a tabua gradativamente, até o bloco de madeira estar na iminência de movimentar-se, nesse momento, anote o ângulo obtido, sobre qual material estava em contato com a rampa.

3. Repita o procedimento por mais três vezes.

4. Repita os procedimentos 2 a 4, com as faces do bloco de madeira, com E.V.A., lixas 100, borracha de pneu, papel e somente madeira e compare resultados.

5. Anote os valores de cada um dos ângulos na tabela, em seguida, com o uso de calculadora, encontre os valores de μ e faça comparações pela equação, conforme a tabela 1.

$$\mu_s = \tan\theta \quad (4)$$

Tabela 3 - Para marcação dos ângulos críticos e os coeficientes de atrito.

Material	Ângulo (θ)	Coeficiente de atrito (μ)
Lixa 50		
Lixa 100		
E. V. A.		
Borracha		
Papel		
Madeira		

Fonte: Autoria própria.

Para análise dos fenômenos observados, em grupo, vamos responder algumas questões.

2.5 Questões.

1. Considerando a situação, o que se percebe quando o ângulo de inclinação do plano aumenta?

2. O que se percebe ao repetir o experimento, em relação aos valores dos ângulos de inclinação?

3. Explique as possíveis diferenças entre os valores, quando repetimos o experimento.

4. Ao repetir o experimento com materiais diferentes entre a lixa 50 o que você pode perceber? Existe alguma diferença?

5. Se os materiais apresentam coeficientes de atrito diferente como podemos explicar isso?

6. Qual conclusão podemos ter ao comparar os valores dos coeficientes entre a lixas, borracha, E.V.A., papel e madeira? E como podemos relacionar ao nosso cotidiano?

7. Se pudéssemos fazer comparações a respeito de aspereza, polimento, entre outros como podemos justifica-los ao usarmos estes materiais?

8. Comparando o atrito, em qual das superfícies ele será maior? Explique por que?

Com a realização deste experimento podemos discutir várias ideias relacionadas ao tema abordado e a existência de mais ou menos atrito entre as superfícies.

2.2 Aula 5: Usando simuladores para entender melhor o atrito.

1 Introdução

As forças se caracterizam como uma grandeza Física responsável por diversas atividades do cotidiano. Sua existência é devido à interação entre dois ou mais corpos. Especificamente o contato entre corpos gera a força de atrito, está de interações microscópicas, porém responsáveis por eventos relacionados a grandes magnitudes.

O fato é que esse tipo de força age numa porção microscópica. Assim, à medida que o corpo desliza sobre determinada superfície, ligações microscópicas se formam e se rompem, ou seja, as forças envolvidas no caso a força de atrito e a normal, decorrem da interação entre moléculas nos pontos onde se tocam, conforme vão se movimentando (FUKUI, 2016 p. 119-120).

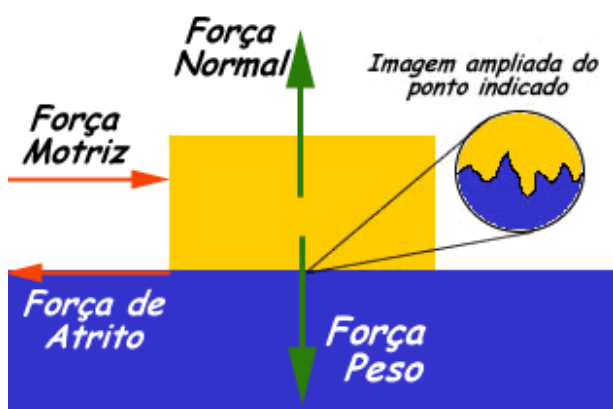
Nesta região, onde se justapõem, ocorrem fortes adesões superficiais devido a forças interatômicas, caracteriza-se parecidas como uma solda entre materiais. Ao observar a força de atrito, se associa a ruptura das soldas, mas ao movimentar-se refazem continuamente em novos pontos, enquanto ocorrem deslocamento relativo entre os corpos (GREF, 2006 p. 232).

Os átomos de cada superfície de contato agem em outra contra o movimento atrapalhando em partes, enquanto motores ou forças mecânicas impulsiona-se o corpo para frente, outra tenta segurar em direção e sentidos contrários.

Para a existência de movimento é necessário a interação de outra força de intensidade maior, esta deve vencer o atrito existente entre as superfícies. Assim, faz o corpo onde está sendo aplicada, adquirir movimento, porém, ela nunca deixará de existir, basta a força aplicada se ausentar o mesmo começará a perder velocidade até retorna ao repouso (SANT'ANA, 2013 p.124).

Em geral, ao fazer referências a situações descritas, envolvem muitos contextos aplicados a realidade. Porém, é importante conhecer diferentes tipos de atrito, condições de maior ou menor frequência. Considerando isto, procuraremos distinguir as maiores intensidades entre interações com corpos sólidos.

Figura 11 - Região microscópica onde acontece o atrito.



Fonte: https://www.google.com.br/search?q=for%C3%A7a+de+atrito&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjw0bTKuZjdAhUpw1kKH7tAQIQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=sa0H6yXgwDBSIM:

As interações entre as moléculas das superfícies consideram situações frequentes, ao mencionarmos a força de atrito. Em reproduções reais, evidenciando a construção de modelos para compreendermos a intensidade da força ao modificarem-se características como massa, superfície e coeficientes de atrito, obteremos valores e comparações.

2 Objetivos

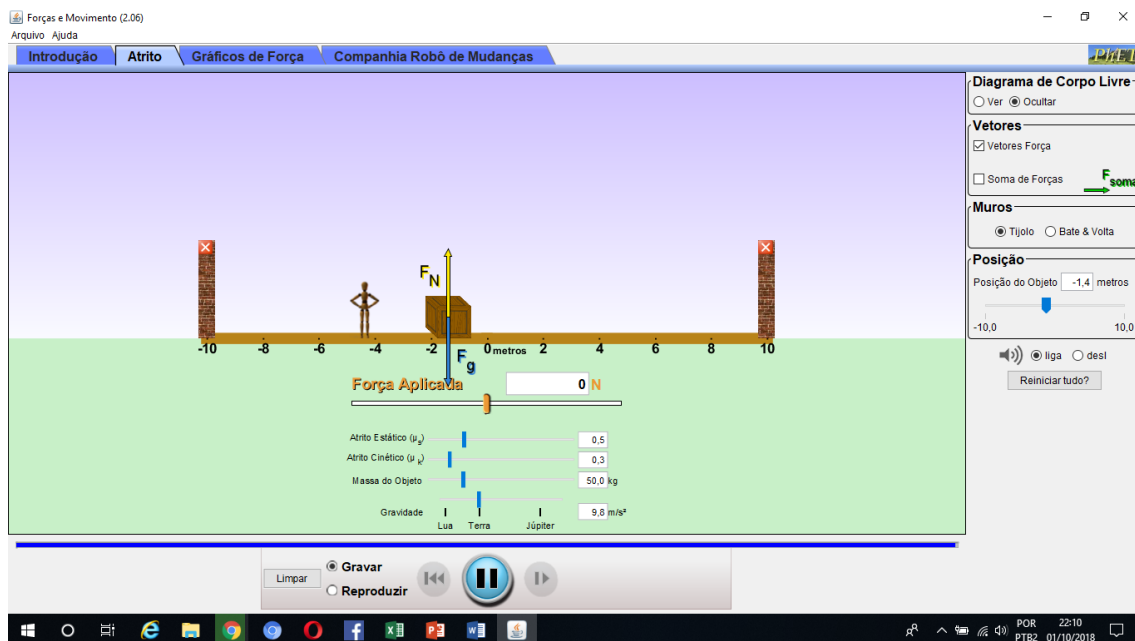
- Usar um simulador para estudar o atrito entre corpos.
- Entender como ocorre a interação entre corpo e superfície.
- Compreender as naturezas microscópicas do atrito.
- Verificar o efeito da força sobre corpos em condições de atrito presente em outras ausentes.
 - Reforçar visões como em situações como aumento de massa, intensidade da força aplicada sobre o corpo e troca de superfícies.
 - Modificar ambientes gravitacionais para justificar como a força normal é proporcional ao atrito.
 - Comparar objetos com diferentes massas em superfícies com atrito e outras sem, para entender como essas condições influenciam no movimento.
 - Reproduzir situações antes somente citadas em livros didáticos para entender melhor como isso influência se pudessem serem reproduzidas na realidade.

3 Procedimentos

Acesse a simulação: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/forces-and-motion

Teremos acesso a página do simulador, para descobrir como funciona o atrito entre corpos, nesse caso, encontra-se ferramentas as quais, podem ser usadas. No caso das forças Peso e Normal, temos características já comentadas, mas são aparentes, assim aproveitando este gancho, para reforçar informações. A posição dos corpos e por último a intensidade da força aplicada para deslocar o objeto e mantê-lo nesse estado.

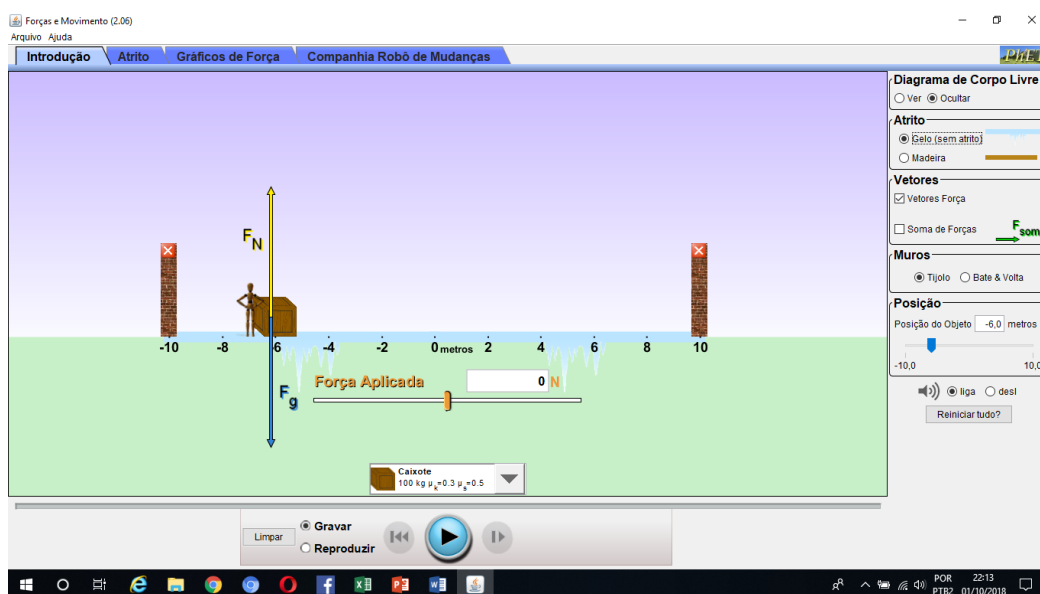
Figura 12 - Simulando sobre a madeira (com atrito).



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/forces-and-motion

Na figura 12 observa-se a presença de um corpo sobre uma superfície de madeira com características específicas de massa, coeficiente de atrito, estas podem ser alteradas e construir discussões, apresentando variação de situações. Nas possibilidades podemos reproduzir situações dos mesmos corpos sobre o gelo, onde o atrito é ausente e o comportamento do objeto muda-se consideravelmente.

Figura 13 - Simulando sobre o gelo (sem atrito).



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/forces-and-motion

Com a realização desta simulação é possível verificar os seguintes efeitos, sobre os corpos analisados e discutir enriquecendo fundamentos científicos.

- Diferença entre duas superfícies ao aplicar-se forças, verificando a intensidade necessária para deslocar o corpo na horizontal.
- Mudança de massa e verificar da intensidade das forças aplicada sobre eles.
- Produção de movimento a partir da interação entre corpos.
- Demonstrar como a gravidade influencia na força de atrito entre os corpos.
- Análise das forças a partir do instante em que o corpo entra em movimento.

4 Questões

a) Descreva a situação representada no simulador, o que você pode observar?

b) Ao analisar um corpo sobre a superfície de apoio o que se pode considerar?

c) O que acontece com determinado corpo e a intensidade da força de atrito quando se encontra sobre o gelo e a madeira? Qual a diferença?

d) Após a aplicação de uma força sobre um corpo, este se desloca facilmente? Explique essa situação.

e) Variando a quantidade de massa nos corpos como podemos analisar as forças aplicadas sobre os corpos e a intensidade para movimenta-lo?

f) Se a força de atrito é proporcional a gravidade e fosse possível fazer a análise em diferentes ambientes gravitacionais com valores alternados. Então considere um corpo de 50 kg verifique a intensidade da força para movimentá-lo e compare valores, conforme a tabela 2.

Tabela 4 - Comparação de valores das Forças Normal e diferentes ambientes gravitacionais.

Corpo Celeste	Lua $g= 1,6 \text{ m/s}^2$	Terra $g= 9,8 \text{ m/s}^2$	Júpiter $g=29,6 \text{ m/s}^2$
Força (N)			

Fonte: Aatoria Própria.

g) Compare valores de forças aplicadas nos objetos descritos entre duas superfícies, na tabela 3.

Tabela 5 - Comparação de valores das forças para movimentar corpos com diferentes massas e uma superfície com e sem atrito.

Massa (kg)	Madeira (com atrito)	Gelo (sem atrito)
Cachorro 25 kg		
Caixote 50 kg		
Escrivaria 100 kg		

Fonte: Aatoria própria.

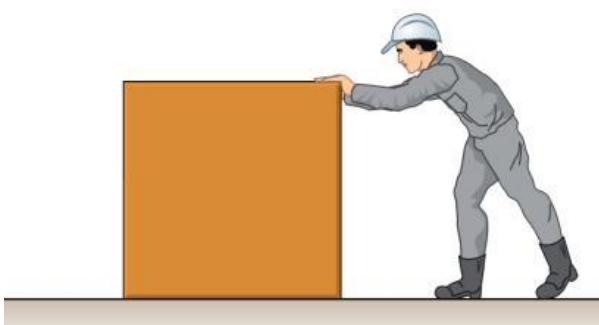
3. 5 Aula 6: Aplicação de atividade para verificação de aprendizado.

A aplicação da atividade para verificação se houve ocorrência de aprendizagem dos conceitos físicos trabalhados sobre força de atrito, na primeira parte da sequência didática.

Atividades

1. Descreva como e o local há ocorrência de atrito em cada uma das situações.

a)



Fonte: Disponível em:
[https://www.google.com/search?q=for%C3%A7a+de+atrito&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUK
EwizksGsl9fcAhXFHhVIAOwQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=HvXly6zuYuA0MM](https://www.google.com/search?q=for%C3%A7a+de+atrito&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwizksGsl9fcAhXFHhVIAOwQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=HvXly6zuYuA0MM).

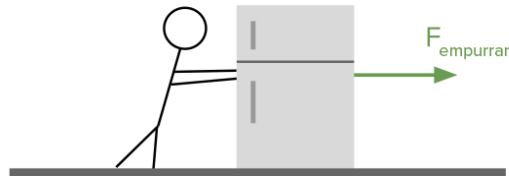
b)



Fonte: Disponível em:
[https://www.google.com/search?q=for%C3%A7a+de+atrito&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUK
EwizksGsl9fcAhXFHhVIAOwQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=pc52aDJP8P8QFM](https://www.google.com/search?q=for%C3%A7a+de+atrito&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUK EwizksGsl9fcAhXFHhVIAOwQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=pc52aDJP8P8QFM).

2. Identifique a força de atrito em cada uma das situações abaixo dando orientação: sentido e direção e justifique sua resposta.

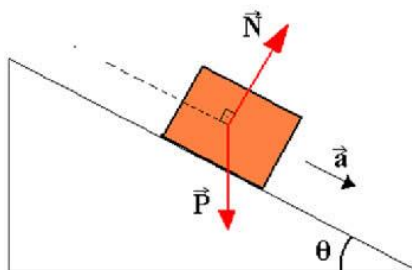
a)



Fonte: Disponível em;

https://www.google.com/search?q=for%C3%A7a+de+atrito&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUK EwizksGsl9fcAhXFHhPAKHfVIAOwQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=DewVNcB9QvCbV

b)



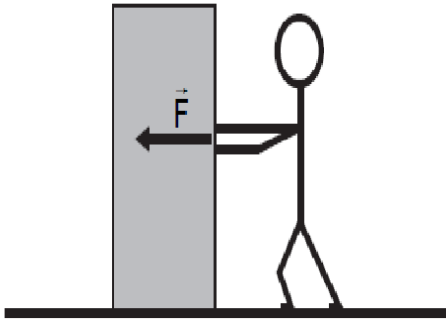
Fonte:

Disponível

em;

https://www.google.com/search?biw=1366&bih=662&tbm=isch&sa=1&ei=haFnW7fbBcmWwASG9r7QBw&q=for%C3%A7a+de+atrito+plano+inclinado&oq=for%C3%A7a+de+atrito+pla&gs_l=img.1.0.0i30k1j0i24k1l2.794650.795555.0.797336.4.4.0.0.0.305.751.22j1.3.0....0...1c.1.64.img..1.3.748...0j0i5i30k1.0.2 UzMP_EHm-Q#imgrc=OLQjbk8CsezkNM

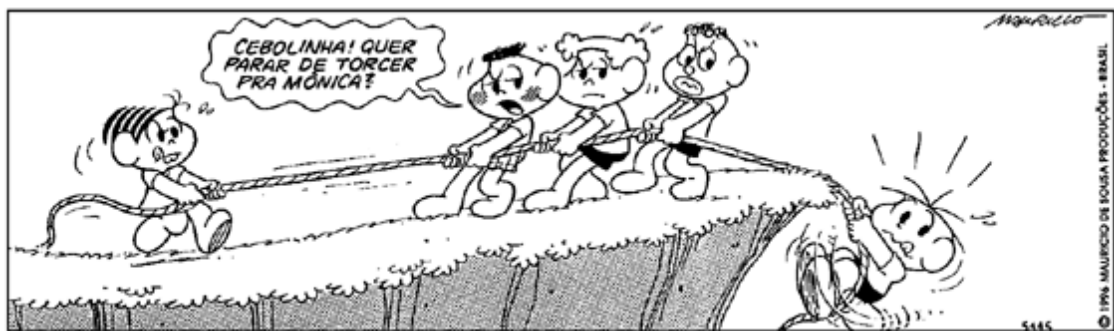
c)



Fonte: Disponível em;
https://www.google.com/search?q=for%C3%A7a+de+atrito&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUK EwizksGsl9fcAhXFHpAKHfVIAOwQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgdii=rxQ_NSXHr6qWM:&imgc=DewVNcB9QvCbVM.

3. Analise as cenas abaixo e explique o que poderia acontecer no caso quando temos existência de atrito? O que aconteceria em sua ausência?

a)

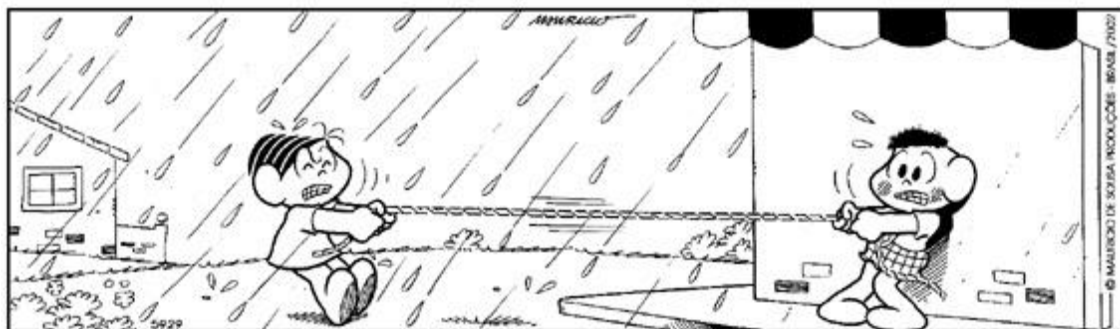


Copyright © 1999 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.

5445

Fonte: https://www.google.com.br/search?q=Fisica+turma+da+m%C3%B4nica&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwi88dPYw53fAhWDE5AKHanOA7QQ_AUIDigB&biw=1366&bih=657#imgrc=7fiF7RDgZFkdrM.

b)

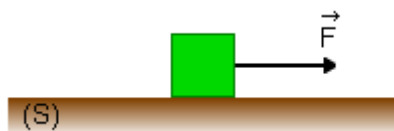


Copyright © 2002 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.

5929

Fonte: https://www.google.com.br/search?q=Fisica+turma+da+m%C3%B4nica+tirinhas&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwibutSOxJ3fAhUEIZAKHZznB18Q_AUIDigB&biw=1366&bih=657#imgcr=4T9ST_iotrP8aM.

4. Um bloco de massa $m = 2,0 \text{ kg}$ está inicialmente em repouso sobre uma superfície horizontal S . A partir de certo instante aplicamos ao corpo uma força horizontal de intensidade $F = 16 \text{ N}$. Sabe-se que $g = 10 \text{ m/s}^2$ e que o coeficiente de atrito cinético entre bloco e a superfície é $\mu_c = 0,30$.



Calcule:

A intensidade da força de atrito que atua sobre o bloco.

Fonte:

disponível

em:

https://www.educabras.com/enem/materia/fisica/mecanica_cinematica/aulas/forcas_d_e_atrito acesso em: 23/07/2018.

3 Unidade 2: A Força de Arraste

3.1 Aula 7: A força de arraste.

1 Introdução

Embora, encontra-se muitas aplicações no cotidiano, esse tipo de força não-conservativa é pouco, trabalhada, citada, nem sempre identificada em livros didáticos com essa denominação.

Depende de fatores influenciados diretamente, pelos fluidos relacionados, onde o corpo se movimenta, formatos geométricos e dimensões. Temos vários casos a serem estudados, entre os exemplos estão relacionados à queda meteoros, saltos de paraquedas, objetos ao deslocarem em fluidos gasosos e líquidos, entre outros (HALLIDAY, 2016 p.130).

Essa aula inicial, ao apresentar um novo conteúdo destina-se a motivar os estudantes. O foco principal constitui em colocar os estudantes para a construção dos conceitos sobre a Força de Arraste e como atua sobre corpos.

Na procura, de deixar esses conhecimentos mais significativos, vamos fazer a apresentação dos conteúdos a partir de uma atividade experimental. Para promover integração entre envolvidos no processo de ensino aprendizagem. Primeiramente realizaremos um experimento com materiais potencialmente significativos, os quais proporcionem aos estudantes, compreenderem melhor como a Força de Arraste se comporta em determinadas situações.

2 Experimento 2: Conhecendo a Força de Arraste em diferentes fluidos.

A Força de Arraste como mencionada, é produzida entre o fluido e o corpo ao se deslocar. Decorrentes as viscosidades e densidades diferentes, os quais influenciarão diretamente na velocidade da queda.

O objetivo deste experimento é demonstrar a diferença na velocidade do mesmo objeto em três diferentes meios. Conseguindo demonstrar, a variação por meio de observações feitas entre a água, óleo e detergente. Ambos com viscosidades distintas notadas por manipulação (FUKUI, 2016 p. 121).

Com isso, construir paralelos e comparações, formalizando conceitos sobre a velocidade dos corpos e os fluidos onde se encontra. Ligadas a situações bem cotidianas, para estabelecendo correlações.

Outro fator a ser considerado, são dimensões dos corpos (geometrias, designers), por isso, procurará fazer comparações nas variações encontradas. Demonstrando que a velocidade dos objetos em um fluido, não depende somente da viscosidade, mas também da área de secção transversal (YAMAMOTO, 2013 p. 192-193).

2.1 Materiais.

- Copos de vidro longos, ou garrafas de vidro ou pet cortados o gargalo desde que sejam transparentes.
- 6 bolinha de gude: 3 menores e 3 maiores.
- Uma régua.
- Litro de óleo se soja.
- 1 Litro de água.
- 1 Litro de detergente (preferencialmente transparente).

2.3 Procedimentos

1. Preencha os três copos com, detergente, água e óleo. Lembrando se possível, deixar uma sobra sem liquido dentro do recipiente, para não transbordar.

Figura 14 - Materiais do experimento introdutório sobre Força de Arraste.



Fonte: Acervo do autor.

2. Com uma régua, faça a medição da distância de líquido, entre o topo até o fundo do copo.

3. Pegue com cuidado, solte a bolinha de gude menor, nos três vasos e faça comparações no tempo gasto para chegar do topo ao fundo do copo.

4. Repita, os mesmos procedimentos com as bolinhas maiores e faça comparações com a primeira parte.

2.3 Questões.

a) Embora, a situação apresentada seja diferente dos meios gasosos, a esfera abandonada sob a superfície dos fluidos líquidos deixam de demonstrarem o mesmo comportamento?

b) O que acontece nos três casos analisados quando se abandona as esferas?

c) Qual a diferença básica entre os três fluidos analisados, água, óleo e detergente?

d) Comparando os três ao ar, meio gasosos o que podemos concluir? E se o mesmo processo fosse feito no ar ele se deslocaria mais rápido ou mais lento?

e) Ao abandonar a esfera nos três recipientes diferentes o que se pode perceber quanto a velocidade de queda entre:

Água: _____

Óleo: _____

Detergente: _____

f) Comparando dados com a questão anterior o que pode-se perceber em relação a velocidade de queda entre objetos em meios diferentes? O que leva isso a acontecer?

g) A viscosidade dos líquidos demanda a possibilidade de um corpo cair mais rápido ou não, o que pode-se perceber?

h) Quando aumenta o tamanho das esfera altera-se algumas características, cite quais.

i) Ao repetir os mesmos procedimentos com esferas maiores o que você pode perceber?

j) Quais os motivos que levam isso a acontecer?

k) Faça uma pequena síntese dos motivos os quais podem alterar a força de arraste em fluidos com viscosidades diferentes.

4. 2 Aula 8: Conhecendo os conceitos da Força de Arraste

1 Introdução

O momento é para trazer os conceitos, sobre a Força de Arraste e fazer sua formalização. Para isso, devemos apresentá-los de maneira geral e discuti-los da forma mais objetiva possível. Evidenciar exemplos cotidianos, aplicações simples, porém importantes para aproveitamento, de informações discutidas na aula anterior com a realização do experimento.

Da atividade anterior, fazer laços de ligação com saltos de paraquedas e quedas corpos onde se encontram e seus principais efeitos.

Figura 15 - Salto de paraquedas.



Fonte: https://www.google.com/search?q=salto+de+paraquedas&source=Inms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj9mtjKg9vcAhWGGpAKHUxJCx4Q_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=Xw5GDYnbFFCFiM.

A Força de Arraste, atuando no paraquedas aberto, age reduzindo a velocidade de queda. Quando um corpo ou objeto qualquer se move num fluido (ar ou água, por exemplo), vemos que o fluido exerce sobre o corpo resistência, denominada arraste, que tende a reduzir sua velocidade.

Na primeira parte da aula, será apresentado o conteúdo sobre força de arraste, para discutir ideias presentes a questões da área em contato com o fluido, líquido ou gasoso. Nesse caso, também é possível os estudantes perceberem diferenças, com a aplicação de um vídeo. <https://www.youtube.com/watch?v=OJK6CVkjjUs> 1min:34s acessado em 23/07/2018.

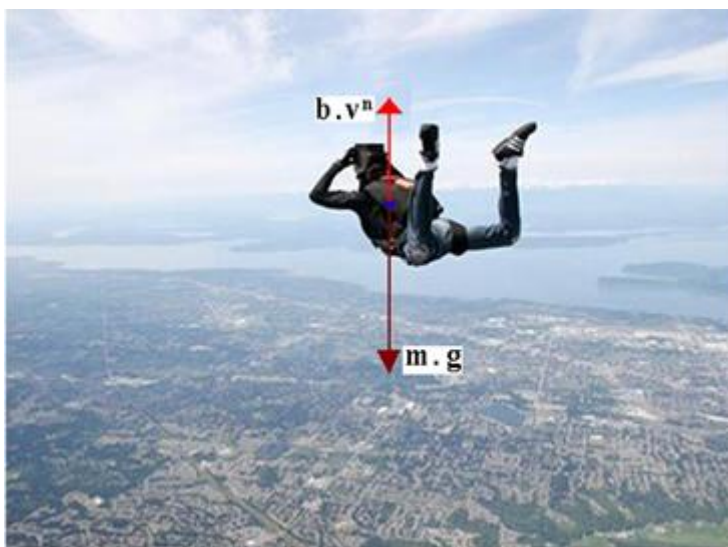
Com isso, procurando deixar evidenciado, o assunto principal a ser tratado, dependente da área do corpo em contato com o ar atmosférico, explicando questões de velocidade e posicionamento dos praticantes da modalidade.

Diferentemente da força de atrito dinâmico, a força de arraste tende a aumentar, conforme a velocidade do corpo aumenta e nem sempre é linear. Em casos de pequenas velocidades é proporcional a do corpo; no caso de velocidades elevadas, é aproximadamente proporcional ao quadrado dessa velocidade.

Quando temos um objeto partindo do repouso, caindo somente sobre a influência da força da gravidade (constante), a Força de Arraste tem módulo de $b.v^2$. Assim, pode-se dizer que sobre ele, atua uma força vertical para baixo cuja intensidade é verificada por $m.g$ e outra na vertical para cima com intensidade determinada com mesma intensidade, dada pela equação:

$$Fr = m \cdot g - b \cdot v^m = m \cdot a \quad (1)$$

Figura 16 - Representação das forças opostas em um corpo em queda livre, vertical para baixo o Peso a acima Arrasto.



Fonte: https://www.google.com/search?q=for%C3%A7a+de+arrasto&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjHguHwhNvcAhXKf5AKHTDdDHMQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=2Wlj3aJAxEgdvM.

De maneira geral, a intensidade da força de resistência R imposta por um fluido sobre o objeto em movimento com velocidade de módulo v é dada por.

$$R = b \cdot v^n \quad (2)$$

Em que b é uma constante dependente das características do fluido, da força do corpo e da área de secção transversal, em direção perpendicular ao movimento n é constante dependente do valor da velocidade.

2 Velocidade limite ou terminal

Ao visualizarmos um objeto em queda livre, a única força aparentemente atuante sobre ele é a força peso, P , o movimento é descrito uniformemente acelerado, com velocidade de módulo crescente. Contudo, caso o objeto caia no ar, em razão da força de resistência, R , sua velocidade não será crescente. A intensidade da força resultante de P e R , demonstrada por:

$$Fr = P - R \Rightarrow Fr \ m.g - b \cdot v^n \quad (3)$$

Sendo assim, podemos dizer que a intensidade da força resultante diminui, em consequência do aumento no módulo da velocidade, pois a intensidade da força de resistência aumenta, nessas circunstâncias.

Dessa forma, à medida que a força de resistência aumenta com a velocidade, a intensidade da força resultante diminui e o módulo da aceleração é gradativamente menor. A velocidade do corpo tende para um valor limite V_L , ao mesmo tempo em que a força resultante também tende a zero. A velocidade limite V_L ou velocidade terminal é atingida na queda livre de um corpo no ar.

Fonte: disponível em <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/forcas-arraste.htm> acesso em 17/07/2018.

3 Cálculo da força de arrasto

Logo que a força de arraste está presente, em sistemas com fluidos, com ela existe o equilíbrio na velocidade dos corpos, então é possível calcular seu valor a partir da equação:

$$D = 1/2C_p A v^2 \quad (4)$$

Exemplo 1:

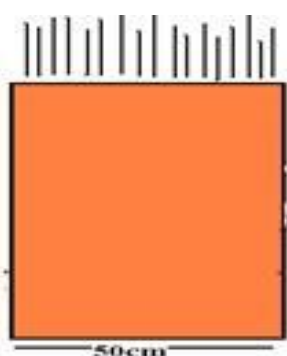


Em sua queda em direção ao solo, uma gota de chuva sofre o efeito da resistência do ar. Essa força é contrária ao movimento e aumenta com a velocidade da gota. No trecho inicial da queda, quando a velocidade da gota é pequena e a resistência do ar também, a gota está animada de um movimento Em um instante posterior, a resultante das forças exercidas sobre a gota torna-se nula. Esse equilíbrio de forças ocorre quando a velocidade da gota atinge o valor que torna a força de resistência do ar igual, em módulo,.....da gota. A partir desse instante, a gota.....

- a) acelerado – ao peso – cai com velocidade constante
- b) uniforme – à aceleração – cai com velocidade decrescente
- c) acelerado – ao peso – para de cair
- d) uniforme – à aceleração – para de cair

Exemplo 2:

Uma caixa de papelão de base quadrada tem 0,2kg de massa e cai com velocidade de 10m/s constante, devido à resistência do ar.



A base mantém-se paralela ao solo durante a queda. Qual a intensidade da força de resistência do ar?

Fonte:

Disponível

em:

<http://fisicaevestibular.com.br/novo/mecanica/dinamica/forca-de-resistencia-do-ar/exercicios-de-vestibulares-com-resolucao-comentada-sobre-forca-de-resistencia-do-ar/> Acesso em 27/07/2018.

4.3 Aula 9: Analisando vídeos e gráficos com auxílio do Tracker

Para reforçar conceitos de Força de Arraste e velocidade limite, temos como auxílio a inserção de tecnologias audiovisuais contidas em alguns softwares computacionais. Diversificando as ferramentas de ensino a serem usadas, e aumentar as possibilidades de abordagens aos conceitos.

Para isso, nessa aula, o objetivo foi apresentar vídeos, realizados com um aplicativo para smartphones, a open-câmera do experimento da aula 7, após,

transfere-los para o software Tracker, e trabalhar com algumas ferramentas desse programa.

Com as ferramentas do programa, é possível obter demarcação de pontos trajetória bolinha de gude relacionando deslocamento x tempo na água, óleo e detergente. A partir disso, fazer migrações para o Excel e plotar os gráficos, com eles estudar algumas características do movimento da esfera em três meios diferentes.

Temos a possibilidade em realizar análises gráficas. Com elas, procurar satisfazer defasagens de aprendizado, em uma parte, que se encontram as maiores dificuldades dos estudantes a interpretações e leitura de informações contidas em gráficos. Para essa aula, foram realizados processo anteriores com os objetivos de serem explorados vários potenciais pedagógicos:

- Vídeos do experimento das bolinhas de gude na água, óleo e detergente.
- Apresentar os vídeos para a turma e fazer análises.
- Compreender as diferenças entre os três fluidos analisados.
- Exportar o Tracker e suas funções.
- Exibir gráficos de Deslocamento X Tempos da água, óleo e detergente.
- Compreender as informações de cada gráfico, percebendo as diferenças entre os deslocamentos.
- Verificar, como em cada meio ocorre o alcance da velocidade limite e as diferenças entre os meios mais ou menos viscosos.
- Finalizar os conceitos de Força de Arraste.

Com a apresentação dos gráficos e vídeos, podemos discutir várias informações, pertinentes ao assunto. As questões de velocidade limite, apresentada por um corpo ao se deslocar por um meio e reforçar conceitos, já vistos anteriormente.

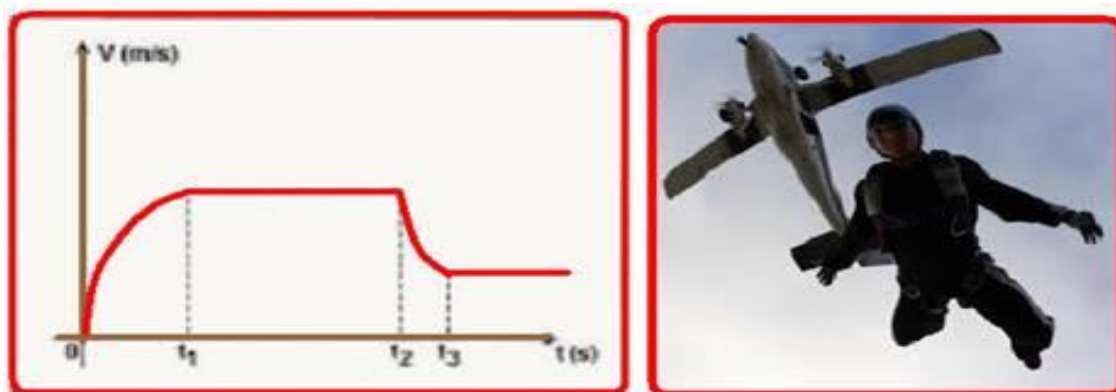
Além de ser uma significativa fonte de informações. Visualmente, se tornam mais chamativos aos estudantes e introduzindo tecnologias da informação e linguagens audiovisuais.

4.4 Aula 10: Aplicação de atividade sobre força de arrasto.

Esta aula é novamente, a hora de aferir como foi à assimilação dos alunos, a partir das ferramentas trabalhadas, com o conteúdo força de arrasto nesse momento, deve-se aplicar uma atividade para verificação de aprendizado.

Atividade

1-(UEPB-PB) O gráfico abaixo representa a velocidade vertical do paraquedista em função do tempo. Considerando que no instante



$t=0$, um paraquedista salta do avião com o para quedas fechado e inicia sua queda, cm pleno ar, caindo livremente, submetido somente à força de resistência do ar e à força peso, até o instante t_2 , quando abre o para quedas.

Analise as proposições a seguir, sobre a explicação da queda do paraquedista com base nos Princípios da Mecânica, escrevendo V ou F conforme sejam verdadeiras ou falsas, respectivamente:

() A aceleração do conjunto (paraquedista e seu para quedas) tem valor nulo, entre os instantes t_1 e t_2 , uma vez que a intensidade da força de resistência do ar se equipara ao valor do peso do conjunto.

() Entre os instantes t_0 e t_1 , à medida que o paraquedista cai, sua velocidade vai aumentando e conseqüentemente aumenta a força de resistência do ar.

() A energia cinética do paraquedista ao atingir o solo é igual à energia potencial gravitacional ao saltar do avião, porque a energia mecânica se conserva.

() Entre os instantes t_0 e t_1 , a força de resistência do ar sobre o conjunto paraquedista e seu para quedas) é maior do que a força peso deste conjunto, e a força resultante tem sentido contrário ao do movimento do paraquedista.

Assinale a alternativa que corresponde à sequência correta:

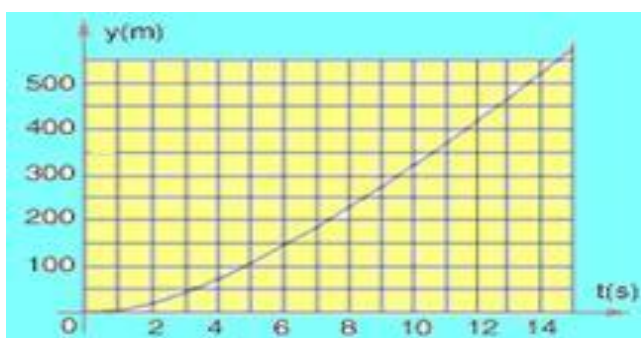
- a) VVFF
- b) FVFV
- c) VVFV
- d) VFVF

2. (Fuvest-SP) O gráfico a seguir descreve o deslocamento vertical y , para baixo, de um surfista aéreo de massa igual a 75 kg, em função do tempo t .



A origem $y = 0$, em $t = 0$, é tomada na altura do salto. Nesse movimento, a força R de resistência do ar é proporcional ao quadrado da velocidade v do surfista ($R = kv^2$), onde k é uma constante que depende principalmente da densidade do ar e da geometria do surfista). A velocidade inicial do surfista é nula; cresce com o tempo, por aproximadamente 10 s, e tende para uma velocidade constante denominada velocidade limite (VL).

Determine:



- a) o valor da velocidade limite VL.
- b) O valor da constante k no SI.
- c) A aceleração do surfista quando sua velocidade é a metade da velocidade limite.

3-(PUC-RJ) Um paraquedista salta de um avião e cai em queda livre até sua velocidade de queda se tornar constante.



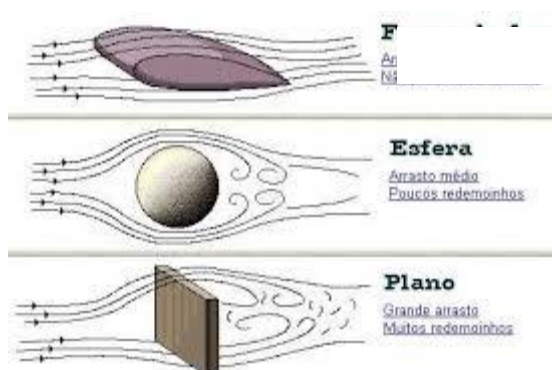
Podemos afirmar que a força total atuando sobre o paraquedista após sua velocidade se tornar constante é:

a) vertical e para baixo. b) vertical e para cima. c) nula. d) horizontal e para a direita. e) horizontal e para a esquerda.

Fonte: Disponível em;

<http://fisicaevestibular.com.br/novo/mecanica/dinamica/forca-de-resistencia-do-ar/exercicios-de-vestibulares-com-resolucao-comentada-sobre-forca-de-resistencia-do-ar/> acesso em 25/07/2018.

4. Analisando a imagem abaixo é possível notar uma diferença no seu formato quando colocados em contato com o ar e adquire velocidade. Explique por que?



Fonte: https://www.google.com/search?q=for%C3%A7a+de+arrasto&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjJys33oc3cAhXDvJAKHd0aCC8Q_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=03TPGG4bwkSxMM: acesso em 23/07/2018.

5. Com base nas imagens acima e no que foi discutido na aula anteriores explique o que acontece em cada imagem abaixo.

a)



Fonte: https://www.google.com/search?q=for%C3%A7a+de+arrasto+nos+esportes&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjW976cq83cAhXMIJAKHYovAvIQ_AUICigB&biw=1366&bih=662.

b)



Fonte: https://www.google.com/search?q=for%C3%A7a+de+arrasto+nos+esportes&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjW976cq83cAhXMIJAKHYovAvIQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgdii=KY9bl5y97swB3M:&imgsrc=qFFOp0EjBoGgVM.

c)



Fonte: https://www.google.com/search?q=for%C3%A7a+de+arrasto+nos+esportes+ciclismo&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjx5_zMrc3cAhUikJAKHdRaAwgQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#imgrc=8puZYeD3PQm3BM.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sequência didática é uma organização de atividades, contendo várias ferramentas de ensino, essas com finalidade de serem usadas de maneira adequada, para que possa atingir o seu potencial máximo, para conseguir o melhor aproveitamento possível.

Assim, nessa sequência, consta em uma série aulas, com atividades planejadas, com o uso de diversificadas ferramentas de ensino. Voltadas à aprendizagem significativa, pois, o objetivo é que os estudantes assimilem melhor os conhecimentos e por mais tempo, por meio de aulas mais dinâmicas e proveitosas em visões diferenciadas de ensino.

Partindo de situações já conhecidas pelos estudantes, adquiridas em sua maioria pelo senso comum, a partir disso, contextualizar as informações para se chegar ao conhecimento científico. Aproveitar um fio condutor, para a aprendizagem ser efetiva e abrangente.

Por ser um tema, presente em diversas atividades realizadas ou observadas pelos alunos, as Forças Não-conservativas são importantes a todos. Porém, em casos de situações voltadas às salas de aulas, são deixadas de lado, devido à complexidade em trabalha-las. Por isso, essa sequência apresenta uma série de atividades planejadas para o estudo desse tipo de forças.

Consta em atividades experimentais, simuladores, textos informativos, uso de tecnologias da informação, análise de figuras e tirinhas de personagens conhecidos em situações físicas. Cada uma, busca de explorar o máximo dos estudantes, podendo satisfazer, necessidades básicas, as quais interferem no desempenho no decorrer da trajetória escolar, e faz com que construam fama negativa da disciplina.

Separadas em duas partes para facilitação e organização. A Força de Atrito e Arraste, ambas com dinâmicas de trabalhos em grupos, debates, interação entre os alunos. Com os objetivos, de serem mais ativos e se envolverem na realização das atividades. Podendo, pensarem de forma mais abrangente, ligadas ao que já conhecem, e verificar que a Física está muito presente no cotidiano.

Diante dessa proposta, podemos trazer novas perspectivas, sobre como o planejamento de atividades, possibilita a aprendizagem ser mais efetiva e satisfatória, reconhecendo os porquês de se aprender determinados conteúdos.

Entretanto, as condições para a realização, foram levadas em consideração, pois, em contextos educacionais nem todas as escolas possuem laboratórios equipados com espaço suficiente para os discentes. Assim, essa proposta, possibilita a realização na sala de aula.

Por isso, temos uma sequência, a qual será disponibilizada para professores das redes de ensino, para seu uso. Com a finalidade em contribuir, para melhoria de suas aulas, mostrando novas visões de ensino além das tradicionais. Para fazerem os estudantes mais ativos e fortes, com base se conhecimentos sólidos e possam ser integrantes ativos do meio onde habitam.

REFERÊNCIAS

DOCA, Ricardo Helou. Física, volume 1: Mecânica: Ensino Médio/Ricardo Helou Doca, Gualder José Biscuola, Newton Villas Bôas. – 3.ed. – São Paulo: Saraiva, 2016.

FUKUI, Ana: Ser protagonistas: Física, 1º ano: Ensino Médio/Ana Fukui, Madson de melo Molina, Venê; organizadora edições SM; obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida por edições SM; editora responsável Ana Souza Nani. – 3 ed. – São Paulo: Edições SM, 2016. – (coleção ser protagonista)

Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Física 1: Mecânica/ GREF- 5. Ed. 3. Reinpr. – São Paulo: Editore da Universidade de São Paulo, 2006.

HALLIDAY, David, Fundamentos de Física, volume 1: David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walter; tradução Ronaldo Sergio de Biasi. - 10 ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2016.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. Curso de Física básica – vol. 1 / H. Moysés Nussenzveig 4º edição - - São Paulo: Editora Blucher, 2002.

SAN'TANA, Blaidi. Conexões com a Física/ Blaidi San'tana...[et. al.]. – 2. Ed. – São Paulo: Moderna, 2013.

PARANÁ. SEED, Secretaria de Estado da Educação. Diretrizes Curriculares da Educação Básica: Física. Curitiba: SEED-PR, 2008.

TIPLER, Paul Allan, 1933 – Física para cientistas e engenheiros, v.1; mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica/ Paul A. Tipler, Gene Mosca; tradução Fernando Ribeiro da Silva, Gisele Maria Ribeiro. – Rio de Janeiro: LTC, 2006 3v.: il.

YOUNG, Hugh D. Física I, Sears e Zemanski: mecânica/Hugh c. Young, Roger A. Freedman; colaborador a. Lews Ford; tradução Daniel Vieira; revisão técnica Adir Moyses Luiz. – 14. Ed. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

YAMAMOTO, Kazuhito. Física para o Ensino Médio 1 – Kazuhito Yamamoto, Luiz Felipe Fuke. – 3. Ed. – São Paulo: Saraiva, 2013.

WERLANG, R. B. e Silveira, F. L. da. A Física dos pneumáticos. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 30, n. 3, p. 614-627, dez. 2 616 013.

ANEXOS

ANEXO: TERMO DE CONSENTIMENTO DA ESCOLA
PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

TERMO DE AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Campo Mourão, 20 de agosto de 2018.

Ilustríssimo (a) Senhor (a) Rosana F. Fleischer.

Eu, Luiz Carlos Gomes Filho, aluno do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná venho pelo presente, solicitar vossa autorização para realizar este projeto de pesquisa no Colégio Estadual Aducto Silva Rocha, para o trabalho de pesquisa sob o título **“Uma proposta de sequência didática para forças não-conservativas”**. Orientado pela Professora Dra. Adriana Silva Fontes.

Este projeto de pesquisa atendendo o disposto na Resolução CNS 196 de 10 de Outubro de 1996, tem como objetivo elaborar um repertório de conhecimentos sobre forças não-conservativas, baseado na investigação dos saberes de conteúdo de um grupo de alunos (as) do Ensino Médio da cidade de Luiziana – Paraná. Este projeto pretende realizar implementação de uma sequência didática, teórica e prática, com o objetivo de realizar coleta de dados a fim de podermos investigar por meio do discurso desses alunos, como essas forças influenciam a realização de diversas atividades.

Esta atividade apresenta riscos mínimos visto que os participantes podem eventualmente sentirem-se desconfortáveis com o fato de estarem participando de uma pesquisa, no entanto fica claro que ele poderá solicitar esclarecimentos ou mesmo desistir de participar à qualquer momento.

A sequência didática está prevista para acontecer em dez encontros, totalizando 10 horas aulas, entre o mês de setembro e outubro de 2018. As datas dos encontros serão de acordo com aulas da disciplina na semana.

Qualquer informação adicional poderá ser obtida pelo pesquisador Luiz Carlos Gomes Filho (email: carlosgomesluiz87@gmail.com - fone: (44) 9 9975-5309).

A qualquer momento vossa senhoria poderá solicitar esclarecimento sobre o desenvolvimento do projeto de pesquisa que está sendo realizado, sem qualquer tipo de cobrança, poderá retirar sua autorização. Os pesquisadores aptos a esclarecer estes pontos e, em caso de necessidade, dar indicações para solucionar ou contornar qualquer mal estar que possa surgir em decorrência da pesquisa.

Os dados obtidos nesta pesquisa serão utilizados na publicação de artigos científicos e que, assumimos a total responsabilidade de não publicar qualquer dado que comprometa o sigilo da participação dos integrantes de vossa instituição como nome, endereço e outras informações pessoais não serão em hipótese alguma publicados. A participação será voluntária, não fornecemos por ela qualquer tipo de pagamento.

Autorização Institucional

Eu, Rosana F. Fleischer responsável pela instituição Colégio Estadual Aducto Silva Rocha declaro que fui informado dos objetivos da pesquisa acima, e concordo em autorizar a execução da mesma nesta instituição. Caso necessário, a qualquer momento como instituição CO-PARTICIPANTE desta pesquisa poderemos revogar esta autorização, se comprovada atividades que causem algum prejuízo à esta instituição ou ainda, a qualquer dado que comprometa o sigilo da participação dos integrantes desta instituição. Declaro também, que não recebemos qualquer pagamento por esta autorização bem como os participantes também não receberão qualquer tipo de pagamento.

Luiz Carlos Gomes Filho
Pesquisador

Rosana Fernandes Hanisch
Responsável pela Instituição

Rosana Fernandes Hanisch
Diretora - RG: 4.980.702-3
Res. 741/2016 - DOE: 04/03/2016

COLÉGIO ESTADUAL ADAUCTO DA SILVA ROCHA
ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO
Resolução: 1.272/83
Rua Romão Martins, 242
Fone: (44) 3571-1185 - 3571-1589
CEP 87290-000 - Luiziana - Paraná
colegioadaucto@gmail.com