

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação – FaE
Centro De Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG
Especialização em Educação em Ciências

Paulyne Araújo Hermogenes

**ENSINO DAS LEIS DE NEWTON POR MEIO DA ABORDAGEM INVESTIGATIVA
PARA UMA TURMA DE 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO**

Belo Horizonte

2023

Paulyne Araújo Hermogenes

**ENSINO DAS LEIS DE NEWTON POR MEIO DA ABORDAGEM INVESTIGATIVA
PARA UMA TURMA DE 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO**

Monografia de especialização apresentada à Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Educação em Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Josiane Pereira Torres

Belo Horizonte

2023

H555e
TCC

Hermógenes, Paulyne Araújo, 1995-

Ensino das leis de Newton por meio da abordagem investigativa para uma turma de 1ª série do ensino médio [manuscrito] / Paulyne Araújo Hermógenes. -- Belo Horizonte, 2023.

25 f. : enc, il., color.

Monografia -- (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Monografia de especialização apresentada à Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Educação em Ciências.

Orientadora: Josiane Pereira Torres.

Bibliografia: f. 21-22.

Apêndices: f. 22-25.

1. Educação. 2. Ciências (Ensino médio) -- Estudo e ensino. 3. Ciência -- Estudo e ensino (Ensino médio). 4. Física -- Estudo e ensino (Ensino médio). 5. Aprendizagem por atividades.

I. Título. II. Torres, Josiane Pereira. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 530.07

Catálogo da fonte: Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação
Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG
COLEGIADO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - CECI

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Ensino das Leis de Newton por meio da abordagem investigativa para uma turma de 1ª série do Ensino Médio.

Nome da Aluna: Paullyne Araújo Hermogenes.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências - CECI, como requisito para obtenção do grau de Especialista em Educação em Ciências.

Aprovada em 25 de março de 2023, pela banca constituída pelo membros:

Profª. Josiane Pereira Torres - Orientadora / UFMG

Prof. Santer Alvares de Matos- Leitor Critico / UFMG

Belo Horizonte, 25 de março de 2023.

Profª. Drª. Nilma Soares da Silva
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação CECI / FAE / UFMG



Documento assinado eletronicamente por **Nilma Soares da Silva, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 26/04/2023, às 18:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2253418** e o código CRC **A0FFBDEF**.

Para minha mãe, Rita, meu maior exemplo de professora.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, por me manter forte e enviar pessoas maravilhosas em meu auxílio. Agradeço a minha família e amigos que sempre me apoiaram e valorizaram a educação e a arte de ser um educador. Agradeço a toda equipe do CECIMIG-UFMG, em especial a minha orientadora Josiane Torres e a meu tutor Sérgio Oliveira, por todo esforço, partilha e carinho. Agradeço ao Instituto Eros Gustavo e a minha turma de primeira série por permitir e apoiar a pesquisa.

Àqueles que acreditam na educação.

Resumo

Este trabalho teve por objetivo apresentar e analisar uma sequência didática de ensino de Leis de Newton para uma turma de primeira série do Ensino Médio. A sequência de ensino foi marcada por atividades investigativas baseadas no produto educacional de mestrado de Silva (2018), textos extraídos das Leituras de Física do GREF (GREF, 1998) e textos do livro Física Conceitual (HEWITT, 2015). A abordagem foi desenvolvida em uma escola particular de Contagem, em uma turma no turno matutino, como parte de atividades desenvolvidas na Especialização de Educação em Ciências de uma Universidade pública federal. A pesquisa foi analisada qualitativamente a partir dos referenciais teóricos adotados neste trabalho. A análise proporcionou observar como a abordagem investigativa é mais uma postura diante dos conhecimentos a serem trabalhados e das atividades investigativas do que simplesmente uma “inserção” de atividades práticas. O papel da problematização e reflexão sobre os fenômenos e um cuidado na introdução de situações a serem utilizadas nas explicações conduziram as intervenções em salas de aula.

Palavras-chave: Leis de Newton. Ensino Investigativo. Sequência de ensino.

Abstract

This work aims to present and analyze a teaching sequence of Newton's Laws for a first grade high school class. The teaching sequence was marked by investigative activities based on the educational product of Silva's master's degree (2018), texts extracted from the GREF Physics Readings (GREF, 1998) and texts from the book Physics Conceptual (HEWITT, 2015). The approach was developed in a private school in Contagem, in a class in the morning shift, as part of activities developed in the Specialization in Science Education at a federal public university. The research was analyzed qualitatively from the theoretical references adopted in this work. The analysis made it possible to observe how the investigative approach is more of an attitude towards the knowledge to be worked on and the investigative activities than simply an "insertion" of practical activities. The role of problematization and reflection on phenomena and care in introducing situations to be used in explanations led interventions in classrooms.

Keywords: Newton's laws. Investigative Teaching. Teaching sequence.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAIS TEÓRICOS	13
3. METODOLOGIA.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	30
APÊNDICES	32

1 INTRODUÇÃO

No mundo contemporâneo, a Física está envolvida no aproveitamento de fontes de energia e na criação de materiais, produtos e tecnologias. No âmbito da Educação Básica, por meio do Ensino de Física os alunos conseguem analisar fatos e fenômenos da natureza, para que tenham um olhar dinâmico do mundo, além de permitir discussões éticas e filosóficas fundamentais para a formação de uma consciência cidadã (BRASIL, 2000).

A Física é uma das disciplinas que os estudantes consideram mais difíceis (PASQUALETTO; VEIT; ARAUJO, 2017). Essa dificuldade pode ser explicada, dentre outros fatores, pela necessidade de interpretar resultados através de equações matemáticas e interpretações de fenômenos de forma abstrata e descontextualizada. Porém, a Física possibilita envolver os alunos em investigações que ultrapassam os limites da sala de aula proporcionando a motivação e engajamento que culminam no desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas e compreensão dos fenômenos físicos (BENDER, 2015; PASQUALETTO; VEIT; ARAUJO, 2017). Pozo e Crespo (2009) entendem que o ensino de Física requer mudanças na abordagem que os estudantes usualmente conferem no entendimento dos fenômenos do mundo. Tais mudanças demandam uma reestruturação do modo como construímos explicações sobre os fenômenos. Isso requer participação ativa dos estudantes em atividades previamente organizadas para tal e espaço para debate e negociação de ideias.

Consideraram esses aspectos, autores como, Solino, Ferraz e Sasseron (2018), Sá, Lima e Aguiar (2011), Munford (2007), destacam a necessidade de oferecer aos estudantes uma formação científica que permita estabelecer relações entre conceitos, compreender problemas contextualizados e, construir e argumentar suas próprias concepções.

Segundo Sá, Lima e Aguiar (2011), as atividades investigativas são basicamente centradas no aluno, possibilitam o desenvolvimento da autonomia e da capacidade de tomar decisões, de avaliar e de resolver problemas, apropriando-se de conceitos e teorias das ciências da natureza.

Alguns autores desenvolveram suas pesquisas sobre o ensino por investigação no contexto da disciplina de Física, como Moura e Silva (2019) que desenvolveram sua pesquisa sobre a socioconstrução do conhecimento para medir a aceleração gravitacional e Borges (2020) que discorreu sobre a argumentação no ensino investigativo de Física.

Esse trabalho objetivou o planejamento, execução e avaliação de uma sequência de aulas ministradas para uma turma da 1ª série do Ensino Médio, cujo enfoque foram as Leis de Newton a partir de elementos da abordagem investigativa. O desenvolvimento dessa sequência de aulas buscou trazer o aluno para o centro do processo educativo, como protagonista de sua própria aprendizagem. Alicerçados em elementos da metodologia investigativa, tivemos como objetivos específicos: proporcionar momentos visando promover o entendimento das Leis de Newton; promover discussões e atividades de forma que os estudantes pudessem relacionar os conhecimentos de Física com o cotidiano; incluir os alunos em atividades investigativas com o propósito de desenvolver atitudes científicas.

O ensino das Leis de Newton é importante para a compreensão de diversas situações cotidianas. O uso do cinto de segurança para evitar que o corpo permaneça em movimento durante uma colisão, por exemplo, é uma aplicação do conceito de inércia. O fato de ser possível caminhar está relacionado ao princípio de ação e reação, pois ao exercer uma força sobre o chão com o pé para trás, o chão reage com uma força de mesma intensidade e sentido oposto sobre nossos pés. A segunda Lei de Newton é evidenciada na construção de carros de corridas mais leves e motores mais potentes a fim de proporcionar maior aceleração para os veículos.

Para alcançar os objetivos previstos neste trabalho, explorou-se a relação entre a investigação científica e o ensino por investigação, analisaram-se os Parâmetros Curriculares Nacionais na perspectiva do ensino investigativo, avaliou-se a importância da investigação como habilidade para a construção do conhecimento, analisou-se a metodologia contemplada durante a pesquisa e os resultados obtidos durante a aplicação da Sequência de Ensino Investigativo e discutiu-se a avaliação da proposta de ensino.

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

As diretrizes da Educação Básica (BRASIL, 2006) enfatizam a indispensabilidade da Física para uma formação voltada ao exercício pleno da cidadania, por meio do ensino de seus modelos, conceitos, acontecimentos ou processos físicos. Quando os conteúdos são abordados de forma contextualizada, pode despertar no estudante a necessidade de se posicionar diante das questões sociais ou históricas referentes a fenômenos naturais e tecnológicos utilizando os conteúdos disciplinares como meio, além disso, promove responsabilidade social e ética (BORGES, 2020).

Dessa forma, o uso de estratégias didáticas capazes de proporcionar aos estudantes novas formas de aprender se faz extremamente importante. Os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL, 2000), visam tornar o conhecimento científico mais acessível ao estudante e orientam um ensino mais democrático que priorize a transdisciplinaridade:

Incorporado à cultura e integrado como instrumento tecnológico, esse conhecimento tornou-se indispensável à formação da cidadania contemporânea. Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional (BRASIL, 2000, p. 22).

Para atender a orientação dos PCN se faz necessária o desenvolvimento de um ensino desprovido de fragmentos desconectados e uma proposta didática desafiadora que aplique os conteúdos escolares na vida diária. Entretanto, existem desafios práticos no ensino da Física. Por exemplo, percebe-se um desinteresse generalizado por parte dos estudantes devido à dificuldade em reconhecer a utilidade dos conteúdos trabalhados. Os discentes se queixam do excesso de cálculos e falta de atividades práticas. Nota-se ainda que muitos estudantes não compreendem de fato as equações físicas e, desse modo, acabam por não compreender o fenômeno envolvido. Os métodos tradicionais são aplicados sem que

haja uma diversificação de estratégias didáticas. A falta de pré-requisitos por parte dos alunos é uma barreira que somada às demais tem como consequência uma verdadeira aversão em relação à disciplina. Tal fato se reflete nos resultados insatisfatórios de aprendizagem e tem sido comprovado por pesquisas cujos efeitos infelizmente não alcançam a sala de aula (BORGES, 2020).

Os PCN denunciam outro equívoco relativo ao engano do rompimento da Matemática na estruturação do conhecimento físico.

Na prática, é comum a resolução de problemas utilizando expressões matemáticas dos princípios físicos, sem argumentos que as relacionem aos fenômenos físicos e ao modelo utilizado. Isso se deve em parte ao fato já mencionado de que esses problemas são de tal modo idealizado, que podem ser resolvidos com a mera aplicação de fórmulas, bastando ao aluno saber qual expressão usar, e substituir os dados presentes no enunciado do problema. Essas práticas não asseguram a competência investigativa, visto que não promovem a reflexão e a construção do conhecimento. Ou seja, dessa forma ensina-se mal e aprende-se pior (BRASIL, 2006, p. 54).

Deve-se considerar, além disso, a diversidade dos discentes que a escola atende e principalmente os diversos objetivos para o futuro de cada um. Alguns alunos se identificam mais com a área das exatas, outros das humanas ou biológicas, etc. Alguns o foco é o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), outros esperam apenas concluir a etapa e é de suma importância para o professor compreender essa variedade de interesses.

Desse modo, um dos objetivos do professor é a contextualização em aspectos sociais e vivenciais dos aprendizados escolares e não os restringir apenas ao cenário científico. Assim, a busca por estratégias didáticas mais atraentes deve ser uma constante no âmbito do ensino de Física. Na busca por entender o motivo dos estudantes não compreenderem os conteúdos apresentados, destaca-se a importância de os docentes buscarem e valorizarem os seus conhecimentos prévios.

Ainda é preciso romper com o abismo entre os professores e alunos, saberes escolares e questões cotidianas. Nas práticas pedagógicas, o aluno apenas recebe informações, que muitas vezes não são do seu interesse e não despertam curiosidade, o aluno é um coadjuvante no processo de aprendizado. Uma pergunta muito ouvida em sala de aula é "*Para quê preciso disso?*" e esse questionamento leva a reflexão dos caminhos trilhados pelos envolvidos nesse processo e qual seria a atuação esperada de cada um (BORGES, 2020).

Nesse contexto, este trabalho propõe o ensino por investigação em busca de sanar as dificuldades já mencionadas. Como destacam Moura e Silva (2019) a sequência de ensino investigativo (SEI) deve ser organizada pelo docente com muito cuidado, pois se este planejamento não for bem elaborado provavelmente não haverá construção do conhecimento.

O ensino por investigação destaca a necessidade de que os estudantes participem dos processos para a construção de seu entendimento sobre os conteúdos curriculares. Os conteúdos apresentados aos alunos não aparecem concluídos e consolidados e sim são trabalhados e discutidos junto a eles. O professor tem o papel de conduzir o processo de construção do entendimento, de forma a aproximar o conceito científico aceito pela comunidade científica e escolar, e promover condições para que aspectos relacionados aos conceitos sejam analisados a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes (SOLINO; FERRAZ; SASSERON, 2015).

O ensino por investigação pode ser uma forma apropriada para a promoção da alfabetização científica em sala de aula. É considerada uma abordagem didática, pois não se vincula às estratégias específicas, mas às ações e às práticas realizadas pelo professor quando utiliza dessas estratégias e tarefas com os alunos, sendo fundamental o estabelecimento de liberdade intelectual aos estudantes para a investigação de um problema (SASSERON, 2018).

A investigação é uma prática muito utilizada para resolução de problemas pelos cientistas e nem sempre é realizada a partir de um roteiro de estratégias e ações previamente definidas. Ela é um processo em que novos conhecimentos são construídos a partir de resultados teóricos, dados empíricos, análise e confronto de perspectivas (SOLINO; FERRAZ; SASSERON, 2015).

É preciso apresentar aos estudantes a construção problemática dos conceitos e outros elementos da cultura científica, a fim de que percebam que a ciência não nasce pronta e aplicável, fruto do sonho de algum pesquisador. Como destacam Solino, Ferraz e Sasseron (2015), a construção e apropriação dos conceitos científicos são o objetivo central do ensino investigativo, no entanto os conteúdos das ciências são tão importantes quanto os procedimentos e as atitudes vinculadas ao trabalho científico. Dessa forma:

[...] o ensino por investigação pode ser considerado uma abordagem didática: não está diretamente associado a uma estratégia metodológica específica de ensino, mas configura-se como formas de agir e interagir que o professor utiliza em sala de aula para suscitar e desenvolver a abordagem de temas com seus estudantes (SOLINO; FERRAZ; SASSERON, 2015, p. 3).

Uma vivência investigativa no ensino de ciências favorece a construção de conceitos pelos estudantes, uma vez que, utilizem o conteúdo conceitual e procedimental em busca da resolução para as situações-problema pelo professor. Compreender os fenômenos naturais é tão fundamental para uma educação científica quanto a aprendizagem de conceitos. Galiazzi et al. (2001) apresentam objetivos relativos à experimentação: absorver os conceitos por meio da prática; melhorar a aprendizagem da teoria; desenvolver a observação, a capacidade de trabalhar em grupo e melhorar o raciocínio.

Na literatura são destacadas diversas maneiras de realização de atividades experimentais que têm caráter investigativo, porém Munford e Lima (2007) indicam que existem equívocos sobre o ensino de ciências por investigação os quais precisam ser considerados. Os principais equívocos ocorrem em virtude da crença de que o ensino de ciências por investigação envolve primordialmente atividades práticas ou experimentais ou que se restringe a elas. Cabe salientar que, muitas vezes, uma atividade experimental não apresenta nenhum caráter investigativo ou que é possível que uma atividade teórica tenha aspectos investigativos. Outro equívoco apontado pelas autoras é o de que é necessário ministrar todo o conteúdo por meio de uma abordagem investigativa. Existem conteúdos que são bem ensinados por meio de outras abordagens, inclusive a tradicional. Assim, a abordagem investigativa consiste em mais uma estratégia de ensino que os professores podem escolher para diversificar sua prática pedagógica (HERMOGENES; FERREIRA; AGUIAR; 2022).

É nessa linha educacional em que este trabalho foi desenvolvido. Assim, este trabalho está embasado em uma abordagem investigativa na qual buscou-se orientar e conduzir os alunos, dado o perfil um pouco desinteressado e inexperiente da turma, utilizando diferentes recursos e reavaliando nossos métodos durante a própria aplicação da sequência.

3 METODOLOGIA

Essa pesquisa teve abordagem qualitativa, que se caracteriza por avaliar todo o processo desenvolvido e não apenas um produto:

A pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, etc. (...) A pesquisa qualitativa preocupa-se, portanto, com aspectos da realizada que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais. As características da pesquisa qualitativa são: objetificação do fenômeno, hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural; respeito ao carácter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos; busca de resultados os mais fidedignos possíveis; oposição ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências. (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 31 e 32).

Esse trabalho foi desenvolvido em uma escola privada do município de Contagem-MG, em uma turma de 1ª série do Ensino Médio com 19 alunos, cuja faixa etária estava entre 14 e 15 anos. A intervenção aconteceu nas disciplinas de Física e Física Investigativa (eletiva do Novo Ensino Médio) em sala de aula e sala de experimentos.

A sequência didática foi desenvolvida em 25 aulas de 50 minutos cada, na segunda metade do segundo trimestre do ano letivo. As aulas não foram sequenciais, porque foi necessário aplicar uma avaliação de um conteúdo já ministrado e auxiliar os estudantes na preparação dos experimentos para a Mostra de Física e Química da escola. As principais estratégias de ensino foram, observação e análise de situações-problema, discussão em grupos e análise de experimentos. Foram utilizados aulas expositivas e dialógicas, slides, vídeos com situações-problema, experimentos e atividades de consolidação e sistematização.

Os textos distribuídos para os estudantes foram retirados do livro de Física Conceitual, de Paul Hewitt (2015) e do livro Leituras de Física, do GREF (1998). As atividades e textos propostos aos alunos serão apresentadas nos anexos desse trabalho. A sequência didática foi baseada no Produto Educacional de mestrado de Taís Renata Schaeffer Silva (2018). A descrição da sequência aplicada em sala de aula encontra-se descrita no quadro a seguir.

Quadro 3.1 - Descrição das Atividades

Encontro	Nº de Aulas	Descrição da Atividade
1	2	Resgate conhecimentos prévios: aplicação de questionário-pré-teste e debate sobre vídeos de acidentes de trânsito.
2	1	Leitura e explicação sobre as forças. Atividade sobre as forças no cotidiano.
3	2	Atividade Experimental: Atrito – Análise do movimento de um bloco em diferentes superfícies
4	1	Discussão sobre o experimento: Como podemos alterar o estado de movimento de um corpo?
5	1	Leitura e explicação sobre a força de atrito.
6	2	Apresentação do físico Isaac Newton. Análise e discussão de vídeo de automatização do processo de embalagem da carne moída. Apresentação expositiva e dialogada da Primeira Lei de Newton. Leitura de texto.
7	1	Realização e correção de atividade de fixação.
8	2	Atividade Experimental: Foguetes de Balão Discussão sobre o experimento: Qual a consequência para um corpo que aplica uma força sobre o outro?
9	1	Apresentação expositiva e dialogada da Terceira Lei de Newton. Leitura de texto.
10	2	Atividade de sistematização (em duplas): Questionário Correção da atividade.
11	1	Leitura de texto sobre massa e peso. Atividade de fixação.
12	1	Correção da atividade de massa e peso.
13	2	Atividade Experimental: Carrinhos Discussão sobre o experimento: Qual a relação entre força, massa e aceleração?
14	1	Apresentação expositiva e dialogada da Segunda Lei de Newton. Leitura de texto.
15	2	Apresentação dos estudantes: Aplicação prática das Leis de Newton. Revisão do aprendizado.
16	2	Aplicação de avaliação escrita.
17	1	Correção da avaliação escrita.

Fonte: Elaboração própria.

Os dados foram coletados a partir de questionários, relatórios experimentais, atividades desenvolvidas pelos estudantes, diários de anotações, filmagens e áudios de experimentos e discussões realizadas pelos alunos e professora.

A análise da pesquisa foi feita de forma qualitativa com intuito de que os estudantes fossem capazes de relacionar o conteúdo com o cotidiano. Foi considerada a observação das interações dos estudantes entre si e com a professora, a problematização, o levantamento de hipóteses, a coleta dos dados das atividades experimentais, a análise e interpretação de dados e a sistematização do aprendizado. Foi disponibilizado aos participantes, um termo de consentimento livre e esclarecido o qual foi assinado. Por razões éticas, todos os resultados que são apresentados nessa monografia preservam o anonimato dos participantes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro encontro foi aplicado um questionário pré-teste a fim de resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes. No início alguns alunos acharam estranho a aplicação de um teste antes do conteúdo ser ensinado, mas foi orientado que poderiam realizar de forma genuína e sem medos de uma pontuação desfavorável.

O questionário pré-teste abordava conceitos como a relação de peso e massa, ação e reação, inércia, força de atrito e a relação de aceleração e força. No quadro 4,1 são apresentadas algumas respostas dos estudantes. A transcrição das respostas encontra-se destacada em itálico e acompanhadas por uma identificação alfanumérica (R1, R2, R3...). Um estudante ausente não realizou o questionário.

Quadro 4.1 - Respostas do Questionário Pré-teste

1 – (UFRJ) Leia atentamente os quadrinhos a seguir.



A solução pensada pelo gato Garfield para atender à ordem recebida de seu dono está fisicamente correta? Justifique sua resposta.

Percebe-se que uma quantidade maior de alunos respondeu que a gravidade tem uma relação diretamente proporcional com o peso, mas não relacionam com a massa. No entanto, é interessante observar as possíveis relações com pressão, atmosfera e flutuação.

R1: *“Sim, pois em um planeta cuja gravidade é menor automaticamente o peso de Garfield também será menor.”*

R2: *“Não, pois em um planeta com menor gravidade ele seria esmagado porque o ar em volta seria pesado.”*

R3: *“Não, pois com a gravidade menor o peso continuará o mesmo, o flutuamento dá impressão de mais leve.”*

2 – (FAFIC) A afirmativa errada é:

- a) Uma partícula está em “equilíbrio” quando está em “repouso” ou em “movimento retilíneo uniforme”.
- b) A resultante das forças que agem sobre uma partícula em equilíbrio é nula.
- c) Quando um corpo cai para Terra, a Terra cai para o corpo.
- d) Quando um corpo está apoiado na superfície da Terra, e, portanto, em contato com ela, as forças que a Terra exerce sobre o corpo são: uma de ação à distância (o peso do corpo) e outra de contato (força normal).
- e) Quando um homem sobre patins empurra uma parede para frente, ele adquire um movimento para trás e a parede continua em repouso, porque a força que o homem exerce sobre a parede é menor que a força que a parede exerce sobre o homem.

Nessa questão três estudantes marcaram a letra A, bem como também três marcaram a letra B, seis estudantes marcaram a letra C, dois marcaram a letra D e quatro marcaram a letra E. Isso demonstra que a maioria da turma não apresenta conhecimentos iniciais relacionados ao conceito de ação e reação.

3 – Observe a imagem a seguir:



Se as pessoas que estão em pé não estivessem se segurando o que aconteceria com elas se o motorista freasse o ônibus? Fisicamente, por que isso acontece?

Percebe-se que os estudantes conseguem identificar o que aconteceria com as pessoas em pé que não estavam se segurando, mas não há um conhecimento consolidado sobre o motivo, ou seja, o conceito de inércia.

R1: *“As pessoas iriam cair, por conta da gravidade da Terra.”*

R2: *“Provável que essas pessoas perderiam o controle e cairiam, ou levariam um impulso para frente. Acontece porque o corpo está em repouso, mas há uma velocidade sobre esse corpo.”*

R3: *“Elas se impulsionariam para frente, caindo. Isso acontece pois com a velocidade que ele freasse iriam perder o equilíbrio e a força do seu corpo o puxaria para frente.”*

4 – As imagens apresentam dois carrinhos de supermercado, um cheio e um vazio. Responda o que se pede.



a) Qual dos carrinhos necessita uma força resultante maior para sair do repouso? Justifique.

Nessa questão verifica-se que a grande maioria da turma identifica o carrinho mais cheio como sendo o que necessitaria de uma força resultante maior para sair do repouso por causa do seu peso. Eles consideram peso e massa como sinônimos.

R1: *“O carrinho que está cheio de compras necessita de uma força maior para sair do repouso, pois como ele tem muita coisa dentro isso o deixa mais pesado.”*

R2: *“O carrinho cheio, pois é mais pesado e a força dos alimentos o empurram para baixo.”*

R3: *“O carrinho cheio, porque ele tem uma força voltada para o chão, com um ser humano empurrando tende a força a ir para frente.”*

b) Se aplicarmos uma força igual para os dois carrinhos, qual deles vai adquirir maior aceleração? Justifique.

Grande parte dos estudantes estão em consenso que o carrinho vazio adquire maior aceleração, no entanto a maioria das justificativas associam o fato ao peso, mais uma vez comprovando que para eles peso e massa são sinônimos.

R1: *“O carrinho vazio porque está mais leve.”*

R2: *“O carrinho vazio irá adquirir maior aceleração, pois ele está mais leve e a força aplicada sobre ele terá mais intensidade do que no carrinho cheio.”*

R3: *“O carrinho vazio, porque como não tem nada nele, nada irá atrapalhar a pessoa sair do lugar com ele e não vai exigir força.”*

c) Agora pense apenas no carrinho vazio. Se colocarmos o carrinho num chão bem liso, e depois colocarmos o mesmo carrinho num chão cheio de imperfeições, ao aplicar forças resultantes iguais a aceleração do carrinho será igual nas duas superfícies? Justifique.

Nessa questão, três alunos compararam com o carrinho cheio e não compararam as superfícies. Percebe-se que a ideia de que o chão liso proporciona maior aceleração prevalece, o motivo que diverge uns dos outros.

R1: *“Não, no chão com imperfeições a aceleração do carrinho será menor pois ele terá mais dificuldades para andar nesse caminho.”* *Resposta mais frequente

R2: *“Não, se colocarmos ele na superfície lisa ele não terá problemas em continuar o percurso então a aceleração será uma e quando colocado em um chão com imperfeições ele terá dificuldade para continuar o percurso, já que terão coisas o atrapalhando a continuar fazendo com que o valor mude.”*

R3: *“Não, pois no chão liso o atrito é bem leve, o que resulta num deslizamento maior. Já no chão cheio de imperfeições está cheio de atrito, forçando o carrinho a ir mais devagar, parar ou até cair.”*

5 – (ITA) Um guincho que está rebocando um carro está acelerando numa estrada plana e reta. Nessas condições a intensidade da força que o guincho exerce sobre o carro é:



- a) igual à intensidade da força que o carro exerce sobre o guincho.
- b) maior que intensidade da força que o carro exerce sobre o guincho.
- c) igual à intensidade da força que o carro exerce sobre a estrada.
- d) igual à intensidade da força que a estrada exerce sobre o carro.
- e) igual à intensidade da força que a estrada exerce sobre o guincho.

Nessa questão, quatro estudantes marcaram a letra A, nove marcaram a letra B, um estudante marcou a letra C, que era a correta, três marcaram a letra D e um marcou a letra E. O resultado reforça que a maioria da turma não apresenta conhecimentos iniciais relacionados ao conceito de ação e reação nem estabelecer suas semelhanças e diferenças.

Após a aplicação do questionário pré-teste, a turma assistiu a três vídeos sobre o uso do cinto de segurança e responderam a algumas perguntas norteadoras, como “As pessoas no carro se encontram em movimento ou em repouso?”, “Quais tipos de movimento que o carro realiza?”, “Quando acontece a colisão o que acontece com a pessoa usando o cinto? E com a pessoa que não está

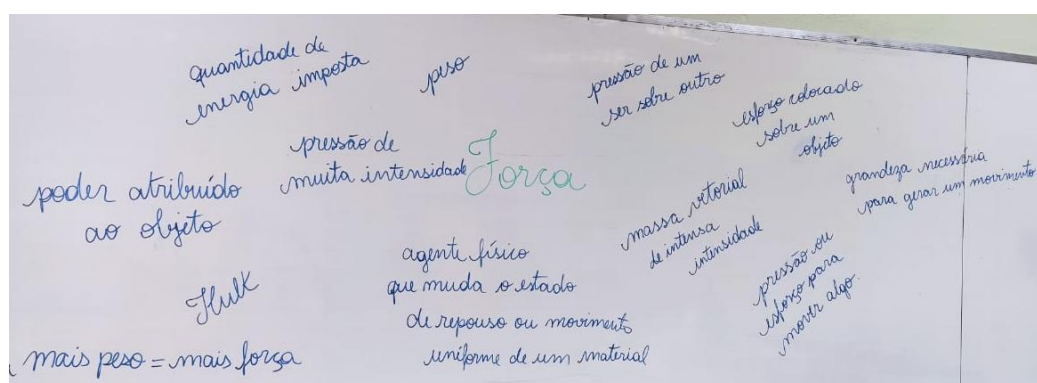
usando o cinto?” As perguntas foram respondidas em duplas e depois discutidas em uma roda na sala de aula. A professora buscava instigar a reflexão e a análise dos estudantes e não fornecia as respostas de imediato, apenas respondia com outras perguntas até que chegassem a um consenso.

Transcrição do Diário de Bordo: “Os alunos ficaram bastante interessados nos vídeos e animados com o debate das respostas das duplas. A grande maioria afirmou que as pessoas no carro estavam em repouso, poucos lembraram que o movimento dependia do referencial e apenas um estudante conseguiu relacionar que a projeção da pessoa para frente se dava por ela permanecer no movimento pré-existente.”

A motivação dos estudantes em entender o motivo da pessoa ser lançada para frente numa freada brusca, evidenciou a importância de trazer para sala de aula situações do cotidiano que possibilitem aproximar os saberes escolares da vida normal, conforme já destacava Solino, Ferraz e Sasseron (2015).

No segundo encontro iniciou-se com o questionamento sobre o que é força. A professora anotou no quadro as diversas respostas dos estudantes. Percebe-se que algumas definições partem do senso comum e de experiências individuais de cada estudante.

Figura 4.1 - Definição de força para os estudantes



Fonte: pesquisa, 2022

Foi entregue um texto para leitura conjunta sobre as forças no cotidiano e uma atividade para identificação das forças nas diferentes situações.

Transcrição do Diário de Bordo: “Apenas um aluno observou que para a mão da pessoa não ‘varar’ (palavras dele) para dentro da parede a parede precisa empurrar a pessoa com a mesma força de volta.”

No terceiro encontro foi realizada a atividade experimental sobre o atrito. Não foi possível disponibilizar um bloco de diferentes superfícies para cada grupo realizar o experimento, então a professora realizou os procedimentos para a turma com a participação dos estudantes. Essa atividade foi realizada no espaço de experimentação da escola e gravada em vídeo. Notou-se que quando o experimento é mais longo e realizado por uma pessoa não gera tanto interesse na turma como um todo. Alguns alunos se distraíam com os materiais da sala, que não é utilizada com frequência por eles. Foi solicitado que fizessem um relatório do experimento em casa individualmente. Nessa turma já havia uma resistência por parte dos estudantes em tarefas de casa, muitos não entregavam dentro do prazo ou quando entregavam era uma tarefa malfeita, com respostas curtas ou incompletas e o relatório não foi diferente. Para os alunos que entregaram foi possível perceber que conseguiram observar as diferentes superfícies e sua relação com o atrito e a facilidade ou dificuldade de iniciar o movimento do bloco. No quarto encontro foi retomado o que foi observado no experimento e sintetizado as ideias dos estudantes diante do questionamento do que era necessário para alterar o estado de movimento de um corpo.

Houve uma ruptura da sequência didática devido a aplicação de uma avaliação, visto que a escola tem um calendário com uma semana destinada a avaliações. Então foi necessário retomar um tema estudado anteriormente em uma aula de revisão e uma aula foi aplicada a atividade avaliativa.

No quinto encontro leu-se com a turma um texto sobre força de atrito e discutiu-se retomando e fixando com as ideias já apresentadas nas aulas anteriores. No sexto encontro foi apresentado para a turma um pouco da trajetória do físico Isaac Newton. Foi realizada a análise e discussão de um vídeo de automatização do processo de carne moída, onde a carne caía na bandeja após a esteira se retirar rapidamente, como em situações que o forro da mesa é puxado e os objetos não se movem. Com esse vídeo buscou-se chamar a atenção para a utilização dos conceitos de Física na indústria. Feito uma apresentação expositiva e dialogada da Primeira Lei de Newton. No sétimo encontro os estudantes responderam a uma atividade de fixação em duplas e ela foi discutida com toda a turma para sistematizar os conhecimentos adquiridos.

O oitavo encontro foi destinado a realização de uma atividade experimental – foguetes de balão. O envolvimento da turma e euforia eram nítidos, cada grupo recebeu seu material e realizou a atividade de forma eficiente. Sugeriram ampliar o tamanho da lã e verificar se o balão conseguiria chegar até o final. A professora aproveitou o interesse para motivar o levantamento de hipóteses e justificativas. Alguns alunos apostaram na ideia de que o balão não chegaria ao final do corredor por conta da força de atrito do ar, outros apostaram que se o balão estivesse bem cheio seria possível. Feito o experimento perceberam que o balão não seria capaz de percorrer uma distância tão longa com a quantidade de ar que conseguia armazenar em seu interior e que o atrito também prejudicava o movimento em uma escala maior. Foi bastante interessante os questionamentos e indagações feitas pelos alunos nessa atividade.

A exploração dessa atividade permitiu-se desenvolver a autonomia e a capacidade de tomar decisões, de avaliar e resolver problemas, como já destacava Sá, Lima e Aguiar (2011). Além disso, conforme Sasseron (2018) evidenciou, a liberdade intelectual confiada aos estudantes se mostrou imprescindível para a investigação de um problema.

Figura 4.2 - Atividade Experimental - Foguetes de Balão.



Fonte: pesquisa, 2022

O nono e décimo encontro foram destinados para a apresentação formal da Terceira Lei de Newton e realização de atividades de sistematização. No décimo primeiro e segundo foram apresentadas as diferenças entre massa e peso e sua relação com a gravidade.

A atividade experimental dos carrinhos, retirada do livro de Física de Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga (2006), foi realizada pelos estudantes no décimo terceiro encontro no espaço de experimentação da escola e cada grupo recebeu seu material para realização do experimento. A partir da discussão do experimento notou-se que a relação entre massa e aceleração ficou bem evidente e consolidada. No décimo quarto encontro formalizou-se a Segunda Lei de Newton através de uma aula expositiva e dialogada.

Figura 4.3 - Atividade Experimental – Carrinhos



Fonte: pesquisa, 2022

Os últimos encontros foram destinados a apresentação de trabalhos sobre cada lei de Newton e sua biografia e revisão para a avaliação.

Transcrição do Diário de Bordo: “Fiquei um pouco frustrada com os trabalhos apresentados, estava esperando uma dedicação maior por parte dos grupos em trazer algo que ainda não tinha sido dito em sala de aula. Eles trouxeram os exemplos que já havíamos discutido, sem nada de novo. Foi apenas uma repetição.”

A avaliação foi escrita e com questões parecidas com as questões do questionário pré-teste, que abordava conceitos como a inércia, relação de peso e massa, ação e reação, força de atrito e a relação de aceleração e força. Outras questões relacionadas ao assunto do próximo tema abordado em sala também estavam na avaliação. No quadro a seguir são apresentadas algumas respostas analisadas dos estudantes.

Quadro 4.2 - Respostas da Avaliação Escrita

1 – Em termos das leis de Newton, responda:

a) Como o encosto de cabeça do banco de um automóvel ajuda a prevenir lesões no pescoço causadas quando seu carro sofre uma colisão traseira?

b) Por que você cambaleia para a frente num ônibus que pára subitamente? Por que você cambaleia para trás quando ele se torna mais rápido? Que lei se aplica aqui?

As três respostas abaixo foram frequentes proporcionalmente. Percebe-se que alguns dos alunos pensaram no movimento de chicote da cabeça com a colisão e outros identificaram a situação como Terceira Lei de Newton equivocadamente.

R1: a) *“O encosto ajuda porque quando há uma força forte sobre o carro a nossa tendência é ir para frente e depois voltar na mesma intensidade, deixando uma grande força.”* b) *“Por conta que o corpo gera uma reação oposta à do movimento do ônibus e isso aplicando em corpos diferentes, no caso você e o ônibus. A lei que se aplica é a terceira, de ação e reação.”*

R2: a) *“O encosto de cabeça do banco ajuda você a não cambalear totalmente para trás, já que ao colidir com o seu corpo tende a ficar em movimento, sendo assim ao colidir também possui a tendência de seu corpo ir pra frente e voltar.”* b) *“Porque a força que o ônibus estava se anula, mas o seu corpo continua em movimento. Porque uma força de movimento é aplicada sobre você, no qual a força de movimento sobre você é nula, mesmo assim continua em movimento. Primeira Lei de Newton.”*

R3: a) *“Como o carro estará em uma menor velocidade do que colidiu com ele, a inércia faria com que você fosse jogado para trás, o que não acontece devido ao banco.”* b) *“A lei aplicada é a da Inércia, você vai para frente quando o ônibus freia porque você vai permanecer em seu estado de velocidade uniforme em uma linha reta a menos que uma força resultante seja exercida sobre você.”*

2 – Leia atentamente os quadrinhos a seguir.



A solução pensada pelo gato Garfield para atender à ordem recebida de seu dono está fisicamente correta? Justifique sua resposta.

5 – Responda:

- Explique a diferença entre massa e peso.
- Qual a relação entre massa e inércia?

A questão 2 foi repetida do questionário pré-teste e a partir da análise das respostas foi nítido que a relação entre peso e gravidade e sua diferença de massa foi absorvida pelos estudantes, apenas 3 não demonstraram ter compreendido, o que também aconteceu com a questão 5, letra a. No entanto, a relação entre massa e inércia (5, letra b) não foi bem compreendida pela maioria dos estudantes, apenas 5 acertaram questão.

3 – Jogue uma bola de boliche numa pista e notará que ela se move cada vez mais lentamente com o decorrer do tempo. Isso viola a lei de Newton da Inércia? Justifique sua resposta.

A partir da análise das respostas nota-se que a maioria dos alunos identificaram a força de atrito na situação descrita, entretanto 6 estudantes afirmaram que a lei seria violada.

4 – (UFMG) A Terra atrai um pacote de arroz com uma força de 49 N. Pode-se, então, afirmar que o pacote de arroz:

- atrai a Terra com uma força de 49 N.
- atrai a Terra com uma força menor do que 49 N.
- não exerce força nenhuma sobre a Terra.
- repele a Terra com uma força de 49 N.
- repele a Terra com uma força menor do que 49 N.

Nessa questão, pouco mais da metade da turma marcou a alternativa correta e 8 estudantes demonstraram não ter compreendido a Terceira Lei de Newton.

10 – (UFC) Um pequeno automóvel colide frontalmente com um caminhão cuja massa é cinco vezes maior que a massa do automóvel. Em relação a essa situação, marque a alternativa que contém a afirmativa correta.

- a) Ambos experimentam desaceleração de mesma intensidade.
- b) Ambos experimentam força de impacto de mesma intensidade.
- c) O caminhão experimenta desaceleração cinco vezes mais intensa que a do automóvel.
- d) O automóvel experimenta força de impacto cinco vezes mais intensa que a do caminhão.
- e) O caminhão experimenta força de impacto cinco vezes mais intensa que a do automóvel.

Nessa questão, foi evidenciado que 10 estudantes não compreenderam a relação entre força, massa e aceleração. Sendo que 6 identificaram que o automóvel experimentaria uma força de impacto cinco vezes mais intensa que a do caminhão. Apenas 9 estudantes compreenderam a questão e a relação avaliada. Tal resultado pode ser justificado por ainda estar enraizado o senso comum e a associação da força de impacto com a deformação dos veículos.

Após os estudantes terem realizado a avaliação foi feita uma correção de todas as questões para que fossem esclarecidos todos os conceitos estudados. Notou-se que muitos alunos não compreenderam o que a questão perguntava por falta de leitura, interpretação de texto e o registro escrito exigir mais que o registro oral, já que apresentaram o raciocínio correto ao serem questionados uma segunda vez.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho propôs o planejamento, a aplicação e avaliação de uma sequência didática baseada em elementos da abordagem investigativa sobre as Leis de Newton. Essa abordagem foi essencial para que os estudantes pudessem participar como protagonistas do processo de aprendizado, com atividades diversificadas que valorizavam o debate em grupo, a análise de situações do cotidiano e atividades experimentais. Como se tratava de uma abordagem que a turma não estava acostumada, apesar da professora já ter utilizado em outros temas, percebeu-se uma dificuldade em iniciar os debates, era preciso que a professora instigasse sempre com perguntas e reflexões a fim de promover diálogo

entre eles. Caso não houvesse essa mediação eles responderiam sempre com afirmações curtas e incompletas.

Notou-se que a promoção de análises de situações do cotidiano detém a atenção e interesse dos estudantes, como nos casos de acidentes de trânsito, e possibilitou o aprendizado dos conhecimentos físicos aplicados em vivências do dia a dia. Além disso, percebeu-se que com a abordagem investigativa os alunos se apropriaram do conteúdo e conseguiram identificar o motivo de estudar o tema, não levantando os questionamentos tão temidos pelos professores do “Por que aprendemos isso?” ou “Onde irei usar isso na minha vida?”

De modo geral a turma demonstrou que conseguiu absorver os conceitos abordados nas aulas de forma satisfatória. Os possíveis ofensores para um melhor resultado foram a necessidade de aplicar uma avaliação de outro assunto no meio da sequência e a pausa das aulas para o desenvolvimento da Mostra Cultural e Científica da escola. Além disso, o mau hábito de parte da turma de não estudar em casa e não realizar as atividades destinadas para fora de sala de aula comprometeram o desempenho do aprendizado.

A abordagem investigativa para ensinar as Leis de Newton foi muito interessante e possibilitou aos alunos a possibilidade de consolidar os conhecimentos através da investigação de um problema. Para próximas pesquisas pretende-se estudar e avaliar quais outros temas poderiam utilizar o ensino investigativo e quais outras atividades podem agregar para o aprendizado dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Beatriz, MÁXIMO, Antônio. Física Ensino Médio Volume 1. São Paulo, Ed. Scipione, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias, 2. Brasília: SEB, 2006.

BRASIL. Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio. Brasília: Semtec, 2000.

BENDER, William N., Aprendizagem baseada em Projetos: educação diferenciada para o séc. XXI, Porto Alegre; Penso, 2015.

BORGES, Juliana R. A. **O desenvolvimento da argumentação no ensino de**

física por investigação. 2020. 118 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

GALIAZZI, Maria C. et al. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v.7, n.2, p.-249-263, 2001.

GERHARDT, Tatiana E.; SILVEIRA, Denise T. (Org). Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS

GRAF. Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Leituras de Física: Mecânica. Instituto de Física – USP, 1998.

HERMOGENES, Paulyne A.; FERREIRA, Maria C. M.; AGUIAR, Orlando G. Ensino de eletromagnetismo por investigação para turmas de 3ª série do ensino médio. **XIX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – EPEF 2022**

HEWIT, Paul G. Física Conceitual. Porto Alegre: Bookman, 2015.

MOURA, Fábio A.; SILVA, Rubens. O Ensino de Física por Investigação: A socioconstrução do conhecimento para medir a aceleração gravitacional. **Research, Society and Development**, vol. 8, núm. 3, 2019.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria E.C.C. Ensinar Ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v.9, n.1, 2007.

PASQUALETTO, Terrimar I.; VEIT, Eliane. A.; ARAUJO, Ives S. Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Física: uma Revisão da Literatura. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 2017.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Angel Gomes, Aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico, 2009.


SÁ, Eliane F; LIMA, Maria E. C. C; AGUIAR, Orlando G. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. **Investigações em Ensino de Ciências – V16(1)**, pp. 79-102, 2011.

SASSERON, L. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, 18(3), 1061-1085. 2018.

SILVA, Taís R. S. **Leis de Newton: uma sequência didática para o ensino médio fundamentada na teoria da aprendizagem significativa.** 2018. 124f. Dissertação de Mestrado. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2018.

SOLINO, Ana P.; FERRAZ, Arthur, T.; SASSERON, Lúcia, H. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. **XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2015.**

APÊNDICES



**INSTITUTO
EROS GUSTAVO**


Física – 1ª série

Onde estão as forças?

As formas pelas quais os objetos interagem uns com os outros são muito variadas. A interação das asas de um pássaro com o ar, que permite o voo, por exemplo, é diferente da interação entre uma raquete e uma bolinha de pingue-pongue, da interação entre uma lixa e uma parede ou entre um ímã e um alfinete.

Isaac Newton, o famoso físico inglês do século XVIII, conseguiu elaborar leis que permitem lidar com toda essa variedade, descrevendo essas interações como forças que agem entre os objetos. Cada interação representa uma força diferente, que depende das diferentes condições em que os objetos interagem. Mas todas obedecem aos mesmos princípios elaborados por Newton, e que ficaram conhecidos como Leis de Newton.


Gravidade




As coisas caem porque são atraídas pela Terra. Há uma força que "puxa" cada objeto para baixo e que também é responsável por manter a atmosfera sobre a Terra e também por deixar a Lua e os satélites artificiais em órbita. É a chamada **força gravitacional**. Essa força representa uma interação existente entre a Terra e os objetos que estão sobre ela.


Sustentação

Para que as coisas não caiam é preciso segurá-las. Para levar a prancha o garotão faz força para cima. Da mesma forma, a cadeira sustenta a moça, enquanto ela toma sol. Em cada um desses casos, há duas forças opostas: a força da gravidade, que puxa a moça e a prancha para baixo, e uma força para cima, de sustentação, que a mão do surfista faz na prancha e a cadeira faz na moça. Em geral, ela é conhecida como **força normal**.






Na água



A água também pode sustentar coisas, impedindo que elas afundem. Essa interação da água com os objetos se dá no sentido oposto ao da gravidade e é medida por uma força que chamamos de **empuxo hidrostático**. É por isso que nos sentimos mais "leves" quando estamos dentro da água. O que sustenta balões no ar também é uma força de empuxo, igual à que observamos na água.

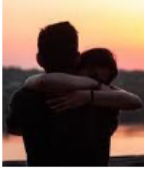
No ar

Para se segurar no ar o pássaro bate asas e consegue com que o ar exerça uma força para cima, suficientemente grande para vencer a força da gravidade. Da mesma forma, o movimento dos aviões e o formato especial de suas asas acaba por criar uma



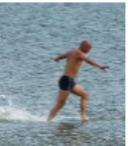
força de sustentação. Essas forças também podem ser chamadas de empuxo. Porém, trata-se de um **empuxo dinâmico**, ou seja, que depende de um movimento para existir. As forças de empuxo estático que observamos na água ou no caso de balões não dependem de um movimento para surgir.


Atrito



Coisas que se raspam ou se esfregam estão em atrito umas com as outras. Esse atrito também representa uma interação entre os objetos. Quando você desliza a mão sobre a pele da pessoa amada, está exercendo sobre ela uma **força de atrito**. De modo geral, as forças de atrito se opõem aos movimentos. Ou seja, seu sentido é oposto ao sentido do movimento. É isso que permite que um carro freie e pare: a força de atrito entre o disco e a pastilha dos freios e o atrito entre o pneu e o chão. As forças de atrito são também as responsáveis pela locomoção em terra. Quando empurramos a Terra para trás para ir para a frente, estamos interagindo por meio do atrito entre os pés e o chão.

Resistências





Em que difere o andar desses dois cavalheiros? Bem, ambos empurram o chão para trás para poderem ir para a frente, interagem por meio da força de atrito. Porém, este senhor que caminha na água encontra uma dificuldade maior porque a água lhe dificulta o movimento. Esse tipo de interação se representa pelo que chamamos de força de resistência. Como o atrito, a força de resistência é oposta ao sentido do movimento. A força de resistência também surge nos movimentos no ar. É isso que permite a existência dos paraquedas.


Referências: Leituras de Física, GREF, Mecânica.

Física – 1ª Série
Força de Atrito


Quando duas superfícies deslizam ou tendem a deslizar uma sobre a outra, atua uma força de atrito. Quando se aplica uma força a um objeto, geralmente uma força de atrito reduz a força resultante e a consequente aceleração. O atrito é causado pelas irregularidades nas superfícies em contato mútuo e depende dos tipos de materiais e de como eles são pressionados juntos. Mesmo as superfícies que aparentam ser muito lisas têm irregularidades microscópicas que obstruem o movimento. Os átomos agarram-se nos muitos pontos de contato. Quando um objeto desliza sobre outro, ele deve ou elevar-se sobre as saliências ou desfazer-se de átomos. Ambos os modos requerem força.

O sentido da força de atrito é sempre oposto ao do movimento. Um objeto escorregando para baixo numa rampa experimenta um atrito que aponta rampa acima; um objeto que escorrega para a direita experimenta um atrito direcionado para a esquerda.

O atrito resulta das irregularidades e das atrações mútuas (aderência) entre átomos das superfícies dos objetos que escorregam. Mesmo superfícies que parecem ser lisas revelam possuir irregularidades quando observadas em nível microscópico.



A orientação da força de atrito é sempre oposta à do movimento. (Esquerda) Empurra o bloco para a direita e o atrito atuará para a esquerda. (Direita) A força da gravidade no saco atuará para baixo, e o atrito do ar (resistência do ar) atuará para cima.



Física – 1ª Série
Isaac Newton



Isaac Newton nasceu prematuramente no dia de Natal de 1642, e mal sobreviveu na casa de fazenda de sua mãe, na Inglaterra. Seu pai morreu vários meses antes do seu nascimento, e Newton cresceu sob os cuidados da mãe e da avó. Quando criança, ele não mostrava sinais particulares de brilhantismo; quando era um jovem adolescente, foi retirado da escola a fim de auxiliar na fazenda da mãe. Ele tinha pouco interesse em ser fazendeiro, preferindo ler livros que tomava emprestado de um vizinho. Um tio, que percebia o potencial acadêmico do jovem Isaac, providenciou seu retorno à escola por um ano e ele se graduou na Universidade de Cambridge, sem distinção especial.

Quando uma epidemia de peste bubônica assolou a Inglaterra, Newton retirou-se para a fazenda materna – desta vez para continuar seus estudos. Lá, com a idade de 22 e 23 anos, estabeleceu as bases para o trabalho que o tornou imortal. A lenda conta que a queda de uma maçã no chão o levou a considerar a força da gravidade estendendo-se até a Lua e além. Ele formulou e aplicou a lei da gravitação universal para resolver os mistérios seculares do movimento dos planetas e das marés oceânicas.

Com 26 anos, Newton foi nomeado Professor Lucasiano de Matemática no Trinity College de Cambridge. Ele tinha conflitos pessoais com as posições religiosas do College – a saber, questionando a ideia da Santíssima Trindade como uma doutrina fundamental do cristianismo da época. Foi somente quando Newton estava com 42 anos de idade que ele incluiu suas três leis do movimento no livro que é geralmente reconhecido como a maior obra científica já escrita, o *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*.

Aos 46 anos, Newton passou a gastar sua energia em algo um tanto afastado da ciência, quando foi eleito para um mandato de um ano como membro do parlamento. Aos 57, ele foi eleito para um segundo mandato. Durante esses dois anos no parlamento, ele jamais proferiu um discurso. Um dia ele se levantou e a Casa ficou em silêncio para ouvir o grande homem. O "discurso" de Newton foi muito breve; ele simplesmente pediu que uma janela fosse fechada por causa da brisa. Ele também foi membro da Royal Society e, com 60 anos, foi eleito seu presidente, sendo depois reeleito a cada ano pelo resto da vida.

Embora o cabelo de Newton tenha tomado-se branco aos 30 anos, ele manteve-se cheio, longo e ondulado pelo resto da vida e, diferentemente de outros na época, ele não usava peruca. Newton foi um homem modesto, excessivamente sensível a críticas e jamais se casou. Manteve-se saudável de corpo e mente até idade avançada. Aos 80 anos, ele ainda tinha todos os dentes, sua visão e sua audição eram apuradas e sua mente era alerta. Na sua época, ele era considerado por seus compatriotas como o maior cientista que existiu. Em 1705, ele foi condecorado pela rainha Anne.

Newton faleceu aos 84 anos e foi enterrado na abadia de Westminster ao lado de monarcas e heróis da Inglaterra. Suas leis do movimento forneceram as bases do Programa Apollo, que, 282 anos depois, levou humanos até a Lua.

Referências: Livro Física Conceitual, Paul Hewitt.

Forças e Interações

Até aqui, temos abordado força em seu sentido mais simples – um empurrão ou um puxão. Entretanto, nenhum empurrão ou puxão jamais ocorre sozinho. Cada força é parte de uma interação entre alguma coisa e outra. Se você empurra uma parede com seus dedos, mais coisas estão ocorrendo além de seu empurrão. Você interage com a parede, que também o empurra de volta. Isso se revela pela curvatura de seus dedos, como ilustrado na figura ao lado. Existe um par de forças envolvidas: seu empurrão sobre a parede e o da parede sobre você, em sentido contrário. Estas forças possuem módulos iguais (são de mesma intensidade) e orientações opostas, e ambas constituem uma única interação. De fato, você não pode empurrar a parede, a menos que ela o empurre de volta.



Considere o punho de um boxeador atingindo um saco de treinamento de grande massa. O punho golpeia o saco (e produz uma cavidade nele), enquanto o saco golpeia o punho de volta (e interrompe seu movimento). Ao atingir o saco, há uma interação com o saco que envolve um par de forças. O par de forças pode ser muito grande. Mas, e quanto ao golpe contra um lenço de papel? O punho do boxeador pode apenas exercer tanta força sobre o lenço de papel quanto este é capaz de exercer sobre o punho. Além disso, o punho não pode exercer qualquer força, a menos que esteja sendo atingido por uma quantidade igual de força oposta. Uma interação requer um par de forças atuantes sobre dois objetos separados.

Terceira Lei de Newton

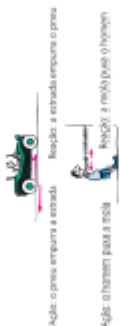
A terceira lei de Newton estabelece:

Sempre que um objeto exerce uma força sobre outro objeto, este exerce uma força igual e oposta sobre o primeiro.

Chamemos uma dessas forças de força de ação, e a outra, de reação. Assim, podemos expressar a terceira lei de Newton na forma:

Para cada ação existe sempre uma reação de mesmo módulo e de orientação oposta.

Não importa qual das forças chamamos de ação, e qual de reação. O fato importante é que elas são partes conjugadas de uma única interação, e que nenhuma das duas existe sem a outra.

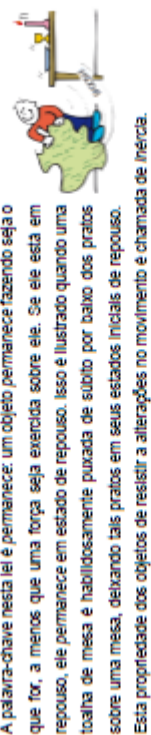


Você interage com o piso quando caminha sobre ele. O empurrão que você exerce contra o piso está acoplado ao empurrão dele contra você. O par de forças ocorre simultaneamente. Analogamente, os pneus de um carro empurram a rodovia, enquanto a rodovia empurra de volta os pneus – os pneus e a rodovia estão empurrando-se mutuamente. Ao nadar, você interage com a água e a empurra para trás, enquanto ela o empurra para a frente – você e a água estão se empurrando um ao outro. As forças de reação são as responsáveis pelo nosso movimento nesses casos. As forças ocorrem em pares de força. Nenhuma força existe sem a outra.



Referências: Livro Física Conceitual, Paul Hewitt.

A primeira lei de Newton, também conhecida como Lei da Inércia, pode ser enunciada da seguinte maneira: **Todo objeto permanece em seu estado de repouso ou de velocidade uniforme em uma linha reta a menos que uma força resultante seja exercida sobre ele.**



A palavra-chave nesta lei é **permanece**: um objeto permanece fazendo o que for, a menos que uma força seja exercida sobre ele. Se ele está em repouso, ele permanece em estado de repouso. Isso é ilustrado quando uma tábua de mesa é habilidosamente puxada de súbito por baixo dos pratos sobre uma mesa, deixando tais pratos em seus estados iniciais de repouso. Esta propriedade dos objetos de resistir a alterações no movimento é chamada de **inércia**. Se um objeto está se movendo, ele permanece se movendo, sem fazer curva ou alterar sua velocidade. As alterações no movimento devem ser impostas contra a tendência de um objeto em reter seu estado de movimento. Na ausência de uma força resultante, um objeto em movimento se moverá indefinidamente ao longo de uma trajetória retilínea.

Força Resultante

As variações que ocorrem no movimento devem-se a uma força ou combinação de forças. Uma força, no sentido mais simples, é um empurrão ou puxão. Sua origem pode ser gravitacional, elétrica, magnética ou simplesmente um esforço muscular. Quando mais de uma força atua sobre um objeto, nós levaremos em conta a força resultante. Por exemplo, se você e um amigo puxam um objeto num mesmo sentido com forças iguais, as forças dos dois se combinam para produzir uma força resultante duas vezes maior do que uma única força. Se cada um de vocês puxar com iguais forças em sentidos opostos, a força resultante é nula. As forças iguais, mas orientadas em sentidos opostos, cancelam-se mutuamente. Uma delas pode ser considerada a negativa da outra, e elas somam-se algebricamente para dar um resultado que é zero – uma força resultante nula.

Força aplicada		Força resultante	
5 N	5 N	10 N	
5 N	5 N	0 N	
5 N	5 N	10 N	

A figura ao lado mostra como as forças se combinam para produzir uma força resultante. Um par de forças de 5 newtons, aplicadas no mesmo sentido, produzem uma força resultante de 10 newtons (o newton, símbolo N, é a unidade científica de força). Se estão em sentidos contrários, a força resultante então é zero.

Se 10 newtons são exercidos para a direita e 5 newtons para a esquerda, a força resultante de 5 newtons estará para a direita. As forças estão representadas por setas. Quando o comprimento e a direção de tais setas são desenhadas em escala, chamamos a seta de **vetor**.

Atividades

- 1) Em termos da primeira lei de Newton (a lei da inércia), como o encosto de cabeça do banco de um automóvel ajuda a prevenir lesões no pescoço causadas quando seu carro sofre uma colisão traseira?
- 2) Por que você cambaleia para a frente num ônibus que pára subitamente? Por que você cambaleia para trás quando ele se torna mais rápido? Que lei se aplica aqui?
- 3) Duas pessoas puxam uma corda com 300 N durante uma disputa de cabo de guerra. Qual é a força resultante sobre a corda? Que força é exercida sobre a corda por cada pessoa?

Referências: Física Conceitual, Paul Hewitt.

Lei do Movimento
Força produz aceleração
 A aceleração depende da força resultante. A fim de aumentar a aceleração de um objeto, devemos aumentar a força resultante exercida sobre ele. Se dobrarmos o valor da força resultante sobre um objeto, sua aceleração dobrará, se você triplicar a força resultante, o mesmo acontecerá com a aceleração. Dizemos, então, que a aceleração de um objeto é diretamente proporcional à força resultante exercida sobre ele. Escrevemos

$\text{Aceleração} \propto \text{força resultante}$

O símbolo \propto denota "é diretamente proporcional a". Isso significa, por exemplo, que, se um termo dobra de valor, o mesmo ocorre com o outro.

Massa resiste à aceleração
 Empurre um colega seu numa prancha de skate e ele será acelerado. Agora empurre, com a mesma força, um elefante sobre o mesmo skate e a aceleração produzida será muito menor. Você verificará que a quantidade de aceleração depende não apenas da força, mas também da massa a ser empurrada. A mesma força aplicada a uma massa duas vezes maior produz a metade da aceleração. Para uma massa três vezes maior, um tempo da aceleração. Dizemos que, para uma determinada força, a aceleração produzida é inversamente proporcional à massa. Isto é,

$\text{Aceleração} \propto \frac{1}{\text{massa}}$

Aqui, inversamente significa que os dois valores variam em sentidos opostos. Por exemplo, se um valor dobra, o outro é reduzido à metade.

Massa e Peso
 A massa corresponde à nossa noção intuitiva de peso. Normalmente dizemos que um objeto possui bastante matéria se ele pesa muito. Mas existe uma diferença entre massa e peso. Podemos definir cada um deles da seguinte maneira:

Massa: a quantidade de matéria num objeto. É também a medida da inércia ou lentidão com que um objeto responde a qualquer esforço feito para movê-lo, para-lo ou alterar de algum modo o seu estado de movimento.

Peso: normalmente a força sobre um objeto devido a gravidade.

Segunda Lei de Newton
 Newton foi o primeiro a descobrir a relação entre os três conceitos físicos básicos – aceleração, força e massa. Ele formulou uma das mais importantes leis da natureza, sua segunda lei do movimento. A segunda lei de Newton estabelece que **A aceleração de um objeto é diretamente proporcional à força resultante atuando sobre ele; tem o mesmo sentido que essa força e é inversamente proporcional à massa do objeto.**

$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

A aceleração de um objeto está sempre no mesmo sentido da força resultante.

Atividade: Explique o experimento realizado utilizando o que aprendeu sobre a Segunda Lei de Newton.

INSTITUTO EBSERH

Física – 1ª Série
Massa e Peso

Imagine a seguinte situação: Você deve mover um celular e uma geladeira. Qual dos dois será mais difícil de mover?

A geladeira possui uma massa maior que um celular, e consequentemente possui maior inércia, logo é mais difícil alterar seu estado de movimento. No nosso cotidiano usamos o conceito de peso como sinônimo de massa, mas existem diferenças.

Massa é proporcional a quantidade de matéria (depende do tipo de matéria que forma o corpo) de um corpo e também uma medida de inércia, ou seja, a dificuldade que um objeto apresenta a qualquer tentativa de alterar seu estado de movimento. Uma das unidades de medida de massa é quilograma, representada por kg. Quando falamos que certa pessoa tem 60 kg estamos indicando sua massa.

Quando um objeto qualquer está mergulhado no campo gravitacional, sofre uma força, chamada de força gravitacional ou simplesmente de PESO. Obtemos a medida da força-peso através do produto entre a massa do objeto e o campo gravitacional onde se encontra.

$P = m \cdot g$
 $P = \text{peso (N)}$
 $m = \text{massa (kg)}$

$g = \text{aceleração gravitacional (m/s}^2\text{)}$

Logo, é o campo gravitacional da Terra que faz com que os objetos sejam atraídos em direção a ela. Esse campo preenche todo o espaço ao redor do planeta e nos mantém sobre ele. Também é ele que mantém a Lua girando em torno da Terra e segura a atmosfera em nosso planeta. Se não houvesse um campo gravitacional suficientemente forte, a atmosfera se dispersaria pelo espaço. Na verdade, TODOS os objetos possuem campo gravitacional, porém só percebermos seus efeitos se o objeto possuir uma massa imensa igual a da Terra.

Assim como a Terra ou qualquer outro objeto, a Lua também tem seu campo gravitacional. So que lá, como vemos nos filmes, um astronauta parece ser mais leve do que na Terra. A verdade é que na Lua o peso do astronauta é menor, pois o campo gravitacional da Lua é menor do que o campo gravitacional da Terra.

A massa do astronauta, entretanto, não muda quando ele se quando ele vai da Terra para a Lua, o que se modifica é o seu peso. O peso do astronauta ou de qualquer outro objeto é tanto maior quanto maior for o campo gravitacional no local onde ele se encontra. Observe a tabela com valores para aceleração gravitacional de alguns planetas:

Planeta	aceleração da gravidade (m/s ²)
Lua	1,6
Vênus	8,8
Terra	9,8
Marte	3,8
Júpiter	26,4
Netuno	11,8
Plutão	0,3

Referências: Adaptado de <http://www.if.usp.br/pfnet/mec2/pdf>. Acesso em: 01 set. 2022.

INSTITUTO EBSERH

Física – 1ª Série
Massa e Peso

Imagine a seguinte situação: Você deve mover um celular e uma geladeira. Qual dos dois será mais difícil de mover?

A geladeira possui uma massa maior que um celular, e consequentemente possui maior inércia, logo é mais difícil alterar seu estado de movimento. No nosso cotidiano usamos o conceito de peso como sinônimo de massa, mas existem diferenças.

Massa é proporcional a quantidade de matéria (depende do tipo de matéria que forma o corpo) de um corpo e também uma medida de inércia, ou seja, a dificuldade que um objeto apresenta a qualquer tentativa de alterar seu estado de movimento. Uma das unidades de medida de massa é quilograma, representada por kg. Quando falamos que certa pessoa tem 60 kg estamos indicando sua massa.

Quando um objeto qualquer está mergulhado no campo gravitacional, sofre uma força, chamada de força gravitacional ou simplesmente de PESO. Obtemos a medida da força-peso através do produto entre a massa do objeto e o campo gravitacional onde se encontra.

$P = m \cdot g$
 $P = \text{peso (N)}$
 $m = \text{massa (kg)}$

$g = \text{aceleração gravitacional (m/s}^2\text{)}$

Logo, é o campo gravitacional da Terra que faz com que os objetos sejam atraídos em direção a ela. Esse campo preenche todo o espaço ao redor do planeta e nos mantém sobre ele. Também é ele que mantém a Lua girando em torno da Terra e segura a atmosfera em nosso planeta. Se não houvesse um campo gravitacional suficientemente forte, a atmosfera se dispersaria pelo espaço. Na verdade, TODOS os objetos possuem campo gravitacional, porém só percebermos seus efeitos se o objeto possuir uma massa imensa igual a da Terra.

Assim como a Terra ou qualquer outro objeto, a Lua também tem seu campo gravitacional. So que lá, como vemos nos filmes, um astronauta parece ser mais leve do que na Terra. A verdade é que na Lua o peso do astronauta é menor, pois o campo gravitacional da Lua é menor do que o campo gravitacional da Terra.

A massa do astronauta, entretanto, não muda quando ele se quando ele vai da Terra para a Lua, o que se modifica é o seu peso. O peso do astronauta ou de qualquer outro objeto é tanto maior quanto maior for o campo gravitacional no local onde ele se encontra. Observe a tabela com valores para aceleração gravitacional de alguns planetas:

Planeta	aceleração da gravidade (m/s ²)
Lua	1,6
Vênus	8,8
Terra	9,8
Marte	3,8
Júpiter	26,4
Netuno	11,8
Plutão	0,3

Referências: Adaptado de <http://www.if.usp.br/pfnet/mec2/pdf>. Acesso em: 01 set. 2022.

INSTITUTO EBSERH

Física – 1ª Série
Massa e Peso

Imagine a seguinte situação: Você deve mover um celular e uma geladeira. Qual dos dois será mais difícil de mover?

A geladeira possui uma massa maior que um celular, e consequentemente possui maior inércia, logo é mais difícil alterar seu estado de movimento. No nosso cotidiano usamos o conceito de peso como sinônimo de massa, mas existem diferenças.

Massa é proporcional a quantidade de matéria (depende do tipo de matéria que forma o corpo) de um corpo e também uma medida de inércia, ou seja, a dificuldade que um objeto apresenta a qualquer tentativa de alterar seu estado de movimento. Uma das unidades de medida de massa é quilograma, representada por kg. Quando falamos que certa pessoa tem 60 kg estamos indicando sua massa.

Quando um objeto qualquer está mergulhado no campo gravitacional, sofre uma força, chamada de força gravitacional ou simplesmente de PESO. Obtemos a medida da força-peso através do produto entre a massa do objeto e o campo gravitacional onde se encontra.

$P = m \cdot g$
 $P = \text{peso (N)}$
 $m = \text{massa (kg)}$

$g = \text{aceleração gravitacional (m/s}^2\text{)}$

Logo, é o campo gravitacional da Terra que faz com que os objetos sejam atraídos em direção a ela. Esse campo preenche todo o espaço ao redor do planeta e nos mantém sobre ele. Também é ele que mantém a Lua girando em torno da Terra e segura a atmosfera em nosso planeta. Se não houvesse um campo gravitacional suficientemente forte, a atmosfera se dispersaria pelo espaço. Na verdade, TODOS os objetos possuem campo gravitacional, porém só percebermos seus efeitos se o objeto possuir uma massa imensa igual a da Terra.

Assim como a Terra ou qualquer outro objeto, a Lua também tem seu campo gravitacional. So que lá, como vemos nos filmes, um astronauta parece ser mais leve do que na Terra. A verdade é que na Lua o peso do astronauta é menor, pois o campo gravitacional da Lua é menor do que o campo gravitacional da Terra.

A massa do astronauta, entretanto, não muda quando ele se quando ele vai da Terra para a Lua, o que se modifica é o seu peso. O peso do astronauta ou de qualquer outro objeto é tanto maior quanto maior for o campo gravitacional no local onde ele se encontra. Observe a tabela com valores para aceleração gravitacional de alguns planetas:

Planeta	aceleração da gravidade (m/s ²)
Lua	1,6
Vênus	8,8
Terra	9,8
Marte	3,8
Júpiter	26,4
Netuno	11,8
Plutão	0,3

Referências: Adaptado de <http://www.if.usp.br/pfnet/mec2/pdf>. Acesso em: 01 set. 2022.