



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE FÍSICA

ANA BEATRIZ MARTINS VIEIRA

USO DE EXPERIMENTOS NO ENSINO DAS LEIS DE NEWTON

Uberlândia – MG

2024

ANA BEATRIZ MARTINS VIEIRA

USO DE EXPERIMENTOS NO ENSINO DAS LEIS DE NEWTON

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Física da Universidade Federal de Uberlândia como requisito básico para conclusão do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Uberlândia.

Orientador: Prof. Dr. Adevailton Bernardo dos Santos

Coorientador: Prof. Me. Lucas Wilian Gonçalves de Souza

Uberlândia – MG

2024

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

V658 Vieira, Ana Beatriz Martins, 2000-
2024 USO DE EXPERIMENTOS NO ENSINO DAS LEIS DE NEWTON
[recurso eletrônico] / Ana Beatriz Martins Vieira. - 2024.

Orientador: Adevailton Bernardo dos Santos .
Coorientador: Lucas Wilian Gonçalves de Souza.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade
Federal de Uberlândia, Graduação em Física.
Modo de acesso: Internet.
Inclui bibliografia.

1. Física. I. , Adevailton Bernardo dos Santos, 1967-, (Orient.). II.
Souza, Lucas Wilian Gonçalves de, 1990-, (Coorient.). III.
Universidade Federal de Uberlândia. Graduação em Física. IV.
Título.

CDU: 53

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

RESUMO

O ensino de Física muitas vezes não tem atraído ou motivado os alunos, sendo a metodologia de ensino um dos fatores que contribuem para as dificuldades na aprendizagem. A utilização de experimentos pode ser explorada como uma estratégia para despertar o interesse dos estudantes na disciplina. Neste trabalho, apresenta-se a construção de uma sequência didática (SD) com o tema Leis de Newton, desenvolvida por meio de experimentos. A sequência foi planejada para oito aulas regulares de 50 minutos: a primeira aula consiste na aplicação de um questionário inicial para compreender a percepção dos alunos sobre o tema; as seis aulas seguintes destinam-se à realização e discussão de três experimentos, um para cada lei de Newton; e a última aula tem caráter teórico, incluindo a reaplicação do questionário a fim de avaliar o aprendizado. Embora a sequência ainda não tenha sido testada, espera-se, com base em estudos e observações de práticas pedagógicas, que ela contribua para a melhoria do ensino e da aprendizagem das Leis de Newton.

Palavras-chave: Ensino de Física; Sequência Didática; Leis de Newton; Experimentação.

ABSTRACT

Physics teaching has often not attracted or motivated students, with the teaching methodology being one of the factors that contribute to learning difficulties. The use of experiments can be explored as a strategy to awaken students' interest in the subject. This work presents the construction of a didactic sequence (SD) with the theme of Newton's Laws, developed through experiments. The sequence was planned for eight regular 50-minute classes: the first class consists of the application of an initial questionnaire to understand the students' perception of the topic; the following six classes are intended for carrying out and discussing three experiments, one for each Newton's law; and the last class is theoretical in nature, including the reapplication of the questionnaire in order to evaluate learning. Although the sequence has not yet been tested, it is expected, based on studies and observations of pedagogical practices, that it will contribute to improving the teaching and learning of Newton's Laws.

Keywords: Physics Teaching; Didactic Sequence; Newton's laws; Experimentation.

Dedico este trabalho à minha família, em especial à minha mãe, Alessandra, ao meu pai, Nilo Sergio, e ao meu irmão, Nilo Sergio Filho, que são fundamentais em minha vida, e aos meus avós, Emídio (in memoriam) e Syrley P., pelo amor e apoio que sempre me ofereceram, contribuindo para que eu me tornasse quem sou hoje.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me sustentar ao longo desta longa caminhada e por me permitir chegar até aqui.

Agradeço à minha mãe, que nunca desistiu de mim e enfrentou céus e terras para que eu pudesse seguir em frente até o fim.

Agradeço ao meu pai, pelo apoio constante e pelos valiosos conselhos que sempre me guiaram na vida.

Agradeço ao meu irmão, por sempre acreditar em mim e compartilhar esta jornada como um espelho de minhas conquistas.

Agradeço também a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para esta trajetória, incluindo professores, colegas e amigos, cujo apoio e incentivo foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

Agradeço à minha banca examinadora, que ao longo dos anos acompanhou meu crescimento acadêmico e contribuiu com suas valiosas orientações e críticas construtivas.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Adevailton Bernardo dos Santos, por sua paciência, dedicação e por ter me ensinado com tanto empenho; e ao coorientador, Prof. Lucas Wilian Gonçalves de Souza, pelas contribuições e apoio durante o desenvolvimento deste trabalho.

E, por fim, agradeço a mim mesma, por não ter desistido, mesmo quando a batalha foi longa e desafiadora.

SUMÁRIO

1. Introdução-----	06
2. Justificativa-----	09
3. Objetivos -----	10
4. Fundamentação teórica -----	11
4.1 Isaac Newton-----	13
4.2 As Leis de Newton -----	14
4.3 As Leis de Newton no Currículo Referência de Minas Gerais-----	15
4.4 O ensino de Física e seus desafios -----	16
4.5 O papel da experimentação no Ensino de Física -----	18
5. Metodologia -----	19
5.1 Sequência didática proposta -----	20
6. Resultados -----	29
7. Conclusão -----	30
8. Referencias -----	31

1. INTRODUÇÃO

As Leis de Newton estão no nosso cotidiano desde uma caminhada até o momento de nos deitarmos para dormir, assim vivemos e não prestamos atenção nesses detalhes, por mais simples que sejam. Apesar disto, o aprendizado e estudo destas leis, na maioria das vezes, se tornam uma confusão na vida dos alunos do Ensino Médio.

Os obstáculos encontrados por parte dos alunos na assimilação e entendimento do conteúdo da disciplina de Física são a dificuldade em relacionar conceitos físicos com fenômenos naturais vivenciados pelos educandos, ou seja, estabelecer vínculo entre a teoria e a prática, o que gera desinteresse que pode ser manifestado na aversão à disciplina (Grasselli e Gardelli, 2014, p. 02).

As Leis de Newton são conteúdos presentes no Plano de Curso do Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG) que tem como base a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018). A BNCC cita o estudo da mecânica newtoniana tanto na competência 02 quanto na competência 3, sendo que se pode verificar instruções relacionadas as mesmas nas seguintes habilidades:

(EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros). (Brasil, 2018, p.557)

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (Brasil, 2018, p.559).

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental (Brasil, 2018, p.559).

A perspectiva que é usada no desenvolvimento da SD objeto deste trabalho se opõe ao contexto do ensino tradicional, sobre ao qual Saviani (1991) relata que:

Como as iniciativas cabiam ao professor, o essencial era contar com um professor razoavelmente bem-preparado. Assim, as escolas eram organizadas em forma de classes, cada uma contando com um professor que expunha as lições que os alunos seguiam atentamente e aplicava os exercícios que os alunos deveriam realizar disciplinadamente (Saviani, 1991, p.18).

Apesar do autor tratar do tema no passado, as práticas de ensino tradicionais centradas no professor e na transmissão de conceitos teóricos perduram até os dias atuais. Tentar construir uma proposta que reduza os impactos negativos do ensino tradicional, no qual, atualmente tem

alguns indicativos de que os professores são os detentores do conhecimento e os discentes como decoradores de fórmulas, resolvendo problemas diversas vezes tendo como base o livro didático, é uma das justificativas e motivações deste trabalho. Este modelo tradicional, conforme cita Moraes (2009), acarreta vários problemas, tais como: aluno perdendo o interesse, a curiosidade pelo ensino da física, intitulado como uma matéria desgastante, além de ter problemas na resolução dos exercícios por ter bastante cálculo.

E se esses alunos tem uma aula de física focada na parte matemática onde o professor enfatize muito a resolução de problemas, que muitas vezes estão fora do contexto de vida desses alunos, estes, sentirão uma antipatia pela disciplina de física, podem acabar por perder o interesse pela matéria, e isso certamente contribuirá de forma negativa em seu desempenho escolar (Moraes, 2009, p.01).

O autor ainda expõe alguns outros problemas sobre o ensino de física na realidade atual das escolas, principalmente no nível de Ensino Médio:

O ensino de física nas últimas séries da educação básica (Ensino Médio) não enfrenta uma realidade agradável. As aulas já não atendem a realidade do alunado; Os professores geralmente não estão preparados para trabalhar em sala de aula. Muitos dos recursos e metodologias de ensino que os professores usam já são considerados obsoletos. Portanto, é necessário discutir e propor soluções para o ensino da Física que minimizem os efeitos prejudiciais dessa realidade, que deixa cada vez mais alunos desinteressados pela disciplina (Moraes, 2009, p.01).

Os professores de ciências têm um papel crucial no desenvolvimento da formação individual e do conhecimento científico de seus alunos. Uma de suas tarefas é trabalhar junto aos alunos os padrões, atitudes e valores que os ajudarão a entender a necessidade de assumir o desenvolvimento da formação individual e do conhecimento científico.

Além disso, os alunos geralmente trazem com eles problemas sociais, familiares e afetivos. Além disso, muitas vezes chegam à sala de aula sabendo que terão "aquela" aula tradicional e desmotivante e não se sentem acolhidos pelo ambiente escolar. Muitos alunos não têm uma base sólida no ensino fundamental e já enfrentam muitas dificuldades no Ensino Médio, principalmente no cálculo (Moraes, 2009).

A utilização de experimentos pode ser aproveitada como uma estratégia de ensino de física, visto que há uma possibilidade de despertar o interesse dos alunos na matéria, além de estabelecer uma relação com o aluno, pois como os experimentos ele terá a visualização, o contato e a conexão com a teoria que está sendo vista dentro de sala, saindo do abstrato e indo para o concreto.

1. estimular a observação acurada e o registro cuidadoso dos dados;
2. promover métodos de pensamento científico simples e de senso comum;
3. desenvolver habilidades manipulativas;
4. treinar em resolução de problemas;

- 5.adaptar às exigências das escolas;
- 6.esclarecer a teoria e promover a sua compreensão;
- 7.verificar fatos e princípios estudados anteriormente;
- 8.vivenciar o processo de encontrar fatos por meio da investigação, chegando a seus princípios;
- 9.motivar e manter o interesse na matéria;
- 10.tornar os fenômenos mais reais por meio da experiência (Hodson, 1998c, p. 630, *apud*, Galiazzi *et al.*, 2001, p. 252-253).

Há também o papel de motivação em relação ao aprendizado da disciplina de física que os experimentos podem exercer. Santos (2009), utilizando experimentos relacionados às leis de Newton, realizados nas próprias salas de aula, buscou identificar elementos que auxiliam na motivação dos estudantes em relação a disciplina de física. O resultado indicou que os efeitos dos experimentos, mesmo sem ter conclusões por longos períodos, é positivo. O autor conclui que as atividades experimentais são importantes e devem ser sempre utilizadas, mas devem ter objetivos claros e definidos, não funcionando apenas como fator motivador.

Ainda em relação as atividades experimentais nas escolas, Oliveira (2010), classifica-os em atividades de demonstração, nas quais o professor executa o experimento e os alunos apenas observam; atividades de verificação, nas quais o objetivo é de verificar ou confirmar alguma lei ou teoria; e atividades de investigação, que segundo a autora, quando realizadas de modo correto, são capazes de produzir impactos mais positivos, pois permitem que os alunos ocupem uma posição mais ativa no processo de construção do conhecimento e que o professor passe a ser mediador ou facilitador desse processo.

Nesse sentido, este trabalho visa apresentar uma sequência didática que discute o ensino de física por meio de experimentos para o conteúdo das Leis de Newton no Ensino Médio, trazendo o ensino da física de forma diferente e não aulas que são voltadas para o quadro negro e giz. A sequência didática é dividida por sete fases nas quais são: questionário inicial, experimentos um para cada lei, um relatório e a reaplicação do questionário inicial.

2. JUSTIFICATIVA

Ao refletir sobre minha trajetória no Ensino Médio, optei por relatar as experiências vivenciadas e os impactos que essas práticas tiveram na formação do estudante. Nesse período, tive o primeiro contato com a disciplina de Física, mas não compreendia a relevância de estudá-la, uma vez que as aulas eram conduzidas de forma pouco atrativa, restritas ao uso do livro didático, repletas de fórmulas e cálculos.

Em consequência, a Física passou a ser associada a sentimentos negativos, acompanhados de resistência e dificuldade em meu processo de aprendizagem." Até que por ironia do destino entrei na Universidade para fazer justamente a matéria que eu não gostava. Com o passar do tempo tiveram professores na minha vida acadêmica que me apresentaram a física de uma forma leve e claro por meio dos experimentos. Logo, possibilitou e facilitou a minha compreensão e o entendimento da matéria, retirando essa concepção de que era maçante e chata, tornando algo apaixonante.

A física nos permite compreender as leis gerais da natureza que governam o desenvolvimento dos processos que ocorrem no Universo em geral e no Universo circundante, tendo como objetivo descobrir as leis gerais da natureza e, em seguida, determinar processos concretos.

Estudar as leis de Newton é fundamental para compreender os princípios fundamentais da mecânica clássica sendo de grande importância em várias áreas da física e engenharia. As leis de Newton são os alicerces da mecânica clássica, uma parte essencial da física que trata do movimento de objetos e das forças que causam esse movimento, também fornecem um modelo matemático que permite prever e descrever o movimento de objetos sob a influência de forças conhecidas. Isso é crucial para entender como os objetos se movem no mundo real, além de ajudar a entender como as forças atuam sobre os corpos e como essas forças podem ser descritas e quantificadas.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Propor uma sequência didática (SD) explorando as Leis de Newton a fim de consolidar o aprendizado dos conceitos físicos por meio de experimentos.

3.2 Objetivos específicos

- Analisar, através de pesquisa bibliográfica, os impactos que os experimentos têm sobre os alunos do Ensino Médio;
- Elaborar roteiros de experimentos sobre as Leis de Newton;
- Produzir uma sequência didática sobre as Leis de Newton com foco em atividades experimentais.

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A física busca entender os acontecimentos naturais que ocorrem no cotidiano sendo assim, o professor tem um papel muito importante que é de buscar formas de se ensinar e não ficar condicionada ao ensino tradicional, pois o ensino da física não é fácil de se compreender. Além disso, a grande maioria das aulas se tornaram algo monótono, com metodologias tradicionais que envolvem muitas fórmulas e cálculos, resultando em aulas maçantes, tornando desinteressantes aos discentes.

Farias (2018), destaca que a física tem sido trabalhada nos últimos anos nas escolas com materiais repletos de conceitos teóricos, fórmulas e longos cálculos, além de ter aulas fora da realidade em que os alunos vivem atualmente, causando confusões e dificuldades em estabelecer relações entre a realidade. Vale destacar que os livros didáticos disponibilizados às escolas são elaborados de forma generalizada, sem considerar as especificidades regionais. Dessa maneira, quando se utiliza um material que não contempla a realidade local dos alunos, gera-se um desafio adicional para o professor, que precisa adaptar o conteúdo àquele contexto.

Deste modo, com tantos problemas a física acaba sendo intitulada com uma matéria desgastante e muitos alunos chegam no Ensino Médio tendo esse preconceito, assim o papel do professor é desmistificar esse pensamento, porém o que ocorre é a junção do desinteresse por parte dos alunos em estudar e subsequente a desmotivação do professor por esse fator.

A utilização dos experimentos pode ajudar na conexão entre a realidade do aluno e o ensino da física, como recurso pedagógico concreto. Ao se usar experimento aliado com teoria é possível obter resultados satisfatórios, fazendo com esse aluno tenha um papel mais ativo e que não seja só ouvinte. O papel do aluno não é só ser ouvinte, é participar do processo para que ele consiga aprender e se desenvolver ao longo do ensino da física.

O processo educacional é uma jornada dinâmica e transformadora, no qual educadores e aprendizes se encontram em uma constante busca pelo conhecimento, desenvolvendo habilidades cognitivas, emocionais e sociais que são fundamentais para a formação integral do indivíduo. Neste contexto, os experimentos promovem a aprendizagem ativa, na qual os alunos são envolvidos diretamente na construção, permitindo que os alunos vejam na prática os conceitos teóricos aprendidos em sala de aula, proporcionando uma compreensão mais concreta e contextualizada da matéria.

Nas circunstâncias de ensino por meio de experimentos Araújo e Abib (2003) apontam que há várias pesquisas sobre o tema que mostram várias formas e jeitos de fazer experimentos, entretanto, não é explorado a falta de materiais de apoio para os professores. Normalmente, o

material que é disponibilizado para os professores é como livros didáticos no qual servem como uma simples “receita de bolo”.

O papel do professor neste tipo de atividade é muito diferente dos anteriores. Sua função é, principalmente, ajudar os alunos a descobrirem e explicarem causas, discutir estratégias para resolver problemas e questionar as ideias apresentadas pelos estudantes. O professor também auxilia no desenvolvimento da criatividade epistêmica em todas as fases da atividade, mediando as interações entre o grupo e a tarefa, e intervindo quando há dúvidas, confusões ou consensos prematuros. Esse tipo de atividade experimental exige mais tempo, atenção e acompanhamento do professor, mas tende a atrair o interesse dos alunos (Oliveira, 2010).

A experimentação desempenha papel essencial no ensino de Física, pois possibilita a observação direta de fenômenos, a análise de dados e a construção ativa do conhecimento. Diferentes modalidades experimentais — clássica, virtual e mista — permitem integrar teoria e prática, tornando conceitos abstratos mais concretos e favorecendo uma compreensão mais aprofundada dos conteúdos. Além disso, a prática experimental contribui para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, como pensamento crítico, resolução de problemas e interpretação de resultados, consolidando-se como uma estratégia pedagógica capaz de engajar os estudantes e promover aprendizagem significativa. Assim, o uso de experimentos vinculados às Leis de Newton torna-se um recurso valioso para aproximar os alunos dos fenômenos físicos e incentivar uma aprendizagem mais dinâmica, reflexiva e contextualizada.

As leis do movimento, formuladas por Isaac Newton no século XVII, constituem princípios fundamentais para compreender como forças atuam sobre os corpos. A primeira lei, conhecida como Lei da Inércia, afirma que um corpo permanece em repouso ou em movimento retilíneo uniforme na ausência de força resultante. A segunda lei estabelece a relação entre força, massa e aceleração, enquanto a terceira lei postula que toda ação gera uma reação de igual intensidade, mesma direção e sentido oposto. No contexto educacional, o Currículo Referência de Minas Gerais enfatiza a importância de abordar essas leis de forma contextualizada, aproximando a teoria das situações do cotidiano e estimulando o desenvolvimento do raciocínio científico dos estudantes.

Nesse cenário, a experimentação consolida-se como instrumento imprescindível para o ensino de Física, não apenas por facilitar a compreensão das Leis de Newton, mas também por favorecer a autonomia intelectual, a curiosidade científica e a aprendizagem significativa.

4.1 Isaac Newton

Isaac Newton é sem dúvidas um dos nomes mais importantes da história da ciência. Esse pensador fez uma contribuição inestimável para muitas pesquisas que são fundamentais para nossa sociedade em termos de física e matemática. Quase todos os cientistas que vieram depois dele foram afetados por suas obras.

Forato (2018) descreve como foi a vida de Isaac Newton no qual nasceu no dia de Natal de 1642 (25 de dezembro de 1642 ou 4 de janeiro de 1643), prematuro e em pouco tempo ficou órfão de pai. Com dois anos, sua mãe se casou e ele foi morar com sua avó. Desde pequeno tinha o interesse por trabalhos manuais e ao longo de seus anos foram desenvolvendo suas habilidades, até que criou um moinho de vento que funcionava e um quadrante solar de pedra, que atualmente está na Sociedade Real de Londres.

Isaac Newton foi levado para casa de sua mãe, aos catorzes anos de idade, pois o seu padrasto acabava de falecer, sendo assim, ele ajudaria no trabalho da lavoura. Porém, passava seu tempo dedicado à leitura. Quatro anos depois foi aceito no Trinity College, da Universidade de Cambridge, no qual estudou por quatro anos e recebeu seu bacharel em Artes, que é o nome dado ao grau obtido na graduação em alguns países por volta de 1665. Isaac Newton fez amizade com o professor Isaac Barrow, que sempre incentivou a praticar seus trabalhos dentro da matemática, desta forma acabou tornando-se assistente do professor.

Entre os anos de 1665 e 1667 houve uma epidemia de peste bubônica que arrasou a Inglaterra e matou um décimo da população, como consequência a Universidade ficou fechada durante esse tempo, e Newton teve que voltar para casa de sua mãe. Durante o tempo que esteve na casa de sua mãe conseguiu fazer descobertas deveras importante para a ciência, tais como: a lei fundamental da gravitação, imaginou as leis básicas da mecânica e colocou em prática nos corpos celestes, inventou os métodos de cálculo diferencial e integral, além de estabelecer os alicerces de suas grandes descobertas ópticas.

Newton ensinou matemática em Cambridge e foi mestre da Royal Mint, presidente da Royal Society e membro do Parlamento pela Universidade de Cambridge. Algumas de suas obras mais notáveis são Principia (1669), Método das Fluxões (1671), Óptica (1704) e Aritmética Universal. Em especial sua obra Principia no qual ele apresentou os princípios fundamentais da dinâmica, que atualmente são reconhecidas como as Três Leis de Newton.

A visão epistemológica de Newton afirma que leis mecânicas governam o universo. Na física clássica e moderna, esse paradigma se tornou uma regra geral. Tal evidência epistemológica newtoniana não foi negada por Einstein. Retornando no tempo, para a época em

que Isaac Newton nasceu, o modelo heliocêntrico do universo, no qual a Terra e outros planetas orbitam o Sol, foi a explicação aceita para os movimentos observados de Sol, Lua e planetas.

Esse modelo não era novo; no entanto, quando Nicolau Copérnico publicou suas teorias ao final de sua vida em 1543, ele voltou a ser popular. No modelo de Copérnico, a Lua e todos os outros planetas giram em torno do seu eixo e formam uma esfera externa que segura os astros que permanecem fixos. Quando Johannes Kepler publicou suas leis de movimento planetário em 1609, esse modelo foi substituído. Kepler desfez as esferas de Copérnico e demonstrou que as órbitas dos planetas eram elipses com o Sol em um dos centros de cada elipse.

4.2 As Leis de Newton

Pode-se dizer que um dos principais legados que Isaac Newton deixou foi a explicação matemática dos movimentos. Sendo um dos marcos dentro da física a previsão que Newton fez como a trajetória de asteroides e o surgimento das marés, além de trazer equações matemáticas que explicam os fenômenos naturais. Dentre as explicações dos movimentos, há as Leis de Newton, que juntas formam e descrevem a Dinâmica dos corpos, ou seja, são as causas que podem alterar o estado de movimento. Assim sendo, as leis de Newton, podem descrever corpos que estão ou não em equilíbrio.

Por definição, dizemos que um corpo no qual tem várias forças que se cancelam, está em equilíbrio estático ou dinâmico, isto é, se move em velocidade constante e em linha reta ou está parado. A força é responsável pela mudança de estado de corpos em movimentos, ela é uma grandeza vetorial e sua unidade de medida é o Kg.m/s^2 , que logo depois foi chamada com N (Newton). A aceleração ocorre quando um corpo está sujeito a uma força resultante não nula, essa aceleração é inversamente proporcional à sua massa, ou seja, para uma mesma força quanto menor for a sua massa do objeto, maior será a sua aceleração. Conforme as leis de Newton a massa é uma medida relacionada a inércia do corpo.

A Primeira lei de Newton é chamada de Lei da Inércia e tem seu enunciado original traduzido com: "Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças aplicadas sobre ele". Significa que o corpo deverá se manter em repouso ou se movendo em linha reta com velocidade constante, ao menos que haja alguma força sobre esse corpo (Halliday e Resnick, 2012).

Ela também explica o surgimento das forças inerciais, ou seja, elas aparecem quando se aplica forças nos corpos e assim eles produzem uma aceleração. Por exemplo: ao pisar no acelerador do carro, um motorista pode sentir-se comprimido em seu banco, como se houvesse

uma força puxando-o para trás. Na verdade, isto é o resultado da previsão da Primeira lei de Newton, ou seja, a tendência que seu corpo tem de permanecer parado ou em velocidade constante. Além disso, quanto maior for a massa de um corpo, maior será sua inércia. Assim, alterar o movimento de um corpo que possui massa grande requer a aplicação de uma força maior, enquanto corpos de massas pequenas têm seu estado de movimento alterado facilmente com a aplicação de forças menos intensas.

Já a Segunda lei de Newton ou como ela é conhecida Lei da Força ou Lei Fundamental, caracteriza a relação entre a força aplicada em um objeto e a massa desse objeto e pôr fim a aceleração resultante, essa relação pode ser escrita pela equação:

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

Onde $\vec{F}$ é a força resultante aplicada ao objeto, já, m é a massa do objeto, e $\vec{a}$ é aceleração do objeto. A Segunda Lei descreve que a aceleração de um corpo é diretamente proporcional à força aplicada nele e inversamente proporcional à sua massa. Dois objetos sob a ação de forças de mesma intensidade podem ter aceleração distintas, sendo que o objeto com menor massa será mais acelerado. No Sistema Internacional de Unidades (SI), Newton (N) é uma unidade de força. Por definição, 1 N equivale à força necessária para fazer um objeto de 1 kg adquira uma aceleração de 1 m/s². Importante realçar que força e aceleração são grandezas vetoriais (Halliday e Resnick, 2012).

A Terceira Lei de Newton, também conhecida como a Lei da Ação e Reação afirma o seguinte: "Para toda ação, há uma reação de igual magnitude, mas em sentido oposto". Isso significa que, se um objeto A exerce uma força sobre um objeto B, então o objeto B exerce uma força de igual magnitude, mesma direção, mas em sentido oposto, sobre o objeto A. Em termos mais simples, as forças sempre ocorrem em pares de ação e reação. Essa lei destaca a natureza recíproca das interações entre objetos. Por exemplo, se você empurrar uma parede com uma certa força, a parede exerce uma força de igual intensidade de volta sobre você. Se um pássaro voa para o ar, ele exerce uma força para baixo no ar (ação), e o ar exerce uma força para cima no pássaro (reação) (Halliday e Resnick, 2012). Essa lei é fundamental para entender o movimento de corpos e as interações entre eles, e ela se aplica a uma ampla variedade de situações, desde o movimento de planetas até as interações em nível subatômico.

4.3 As Leis de Newton no Currículo Referência de Minas Gerais

Na educação brasileira atual, a referência utilizada é BNCC (Base Nacional Comum Curricular) e como ela descreve “referência nacional para a formulação dos currículos dos sistemas e das redes escolares dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios” (Brasil, 2018, p. 8). A partir daí, em Minas Gerais surgiram os Planos de Curso da CRMG (Currículo Referência de Minas Gerais) (Minas Gerais, 2018).

Os CRMG foram elaborados com o propósito de propor inovações no contexto escolar e garantir a qualidade do ensino a todos os estudantes. Entretanto, por se tratar de diretrizes generalizadas, muitas vezes não contemplam as particularidades de cada realidade educacional, o que pode limitar sua efetividade no processo de ensino-aprendizagem. Além disso, têm a função de auxiliar o professor e promover a unificação do ensino no estado de Minas Gerais, assegurando que, independentemente da região onde o aluno estude, os conteúdos trabalhados sejam os mesmos.

Os planos de curso do Ensino Médio atualmente estão divididos em quatro áreas que são: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, Linguagens e Suas Tecnologias e Matemática e Suas Tecnologias, a Física está contida em ciências da natureza e suas tecnologias.

Por mais que o plano de curso seja dividido em 4 bimestres contendo todas as temáticas, é muito conteúdo para pouco tempo, ainda mais com o novo Ensino Médio que diminuiu a carga horária de várias matérias e dentre elas entrou a Física. As Leis de Newton aparecem no 1º bimestre na parte de Vida, da Terra e do Cosmos, no qual são apresentadas ideias ao professor de como introduzir o conteúdo.

4.4 O ensino de Física e seus desafios

O ensino tradicional de Física é baseado em elementos teóricos, isso pode ser verificado examinando os livros didáticos da disciplina que são usados nas escolas, que se concentram principalmente em matemática e exercícios de fixação.

Infelizmente, o ensino de Física, de um modo geral, leva a uma integração negativa de pensamentos, sentimentos e ações, na qual os alunos não gostam da Física e, quando possível, evitam-na, uma vez que apenas desejam passar nas provas, repetindo nelas, mecanicamente, “o que foi dado em aula” Uma lástima! (Moreira, 2018, p.78).

Os alunos enfrentam vários desafios ao assimilar e compreender o conteúdo da física, um deles é a dificuldade de relacionar os conceitos da física com as especificações naturais que eles experimentam, ou seja, estabelecer uma conexão entre a teoria e a prática. Isso leva os alunos a perder interesse na disciplina.

Alguns desafios identificados apresentam sintonia com aqueles enfrentados no Ensino Médio, tais como: falta de caráter autônomo e investigativo; falta de interesse pelo assunto tratado; dificuldade na aplicação por fatores externos; limitação de tempo; falta de organização da escola e limitações na infraestrutura escolar; e dificuldade na coleta de dados. Mas também houve a recorrência de desafios que não são tão comuns ao trabalhar com faixas etárias mais velhas, como: problemas de interpretação e alunos sem saber escrever; falta de entendimento da atividade proposta; problemas com a linguagem utilizada para a faixa etária; falta de compreensão das aulas por ausência de conhecimentos prévios; alunos sem saber manusear equipamentos tecnológicos, como computadores; e competitividade extrema em jogos. (Rodrigues, 2020,p.61)

Os professores estão procurando maneiras de lidar com esses problemas por meio de atividades dinâmicas que promovam uma interação entre o conhecimento empírico e científico. Eles também querem ver a Física como uma disciplina divertida usando várias ferramentas e metodologias para despertar o interesse dos alunos em ampliar o conhecimento e fazê-lo fazer parte da vida real dos alunos.

A prática de experimentações é um exemplo de uma das ferramentas e metodologias que os professores utilizam para ensinar física de forma eficaz. Essa prática estimula o interesse e incentiva o aprendizado por meio da observação, análise, exploração, planejamento e levantamento de hipóteses. Isso permite aos alunos aprimorar suas habilidades e torná-la mais significativa pelo estabelecimento de conexões entre conceitos físicos e específicos. Segundo Araújo e Abib (2003), o uso de experimentos no ensino de física tornou-se crucial no contexto educacional:

A análise do papel das atividades experimentais desenvolvidas amplamente nas últimas décadas revela que há uma variedade significativa de possibilidades e tendências de uso dessa estratégia de ensino de Física, de modo que essas atividades podem ser concebidas desde situações que focalizam a mera verificação de leis e teorias, até situações que privilegiam as condições para os alunos refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos (Araújo, Adib, 2003, p.177).

Assim, nota-se que a física experimental incentiva os alunos a raciocinarem e a adquirir habilidades para analisar e resolver problemas usando o conhecimento teórico. Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio estabelecem a disciplina de física em sua amplitude e aplicação prática, bem como a noção de uma ciência para ajudar na criação de perspectivas para o mundo e na formação de inteligência humana amplificada. Assim, “a formação geral em oposição à formação específica; o desenvolvimento de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização” (Brasil, 1999, p. 5).

Compreender Física vai muito além de decorar fórmulas - é sobre mergulhar nas leis que governam nosso mundo, os experimentos práticos são a chave para desbloquear essa compreensão profunda. Quando os alunos colocam as mãos na massa (ou melhor, nos experimentos), sua curiosidade é despertada, assim, eles começam a explorar o mundo ao seu redor de uma maneira totalmente nova. Ver física acontecendo bem na frente deles torna tudo mais real e empolgante.

Experimentos transformam conceitos abstratos em algo que você pode tocar, ou seja, ao ver como as forças funcionam na prática ou como a energia se transforma, os alunos não apenas entendem melhor, mas também conseguem aplicar esses conceitos em situações reais. Além de aprender física, os experimentos ajudam os alunos a desenvolverem habilidades práticas valiosas. Eles aprendem a planejar, coletar e analisar dados, resolver problemas e comunicar seus resultados, habilidades que serão úteis em qualquer área da vida.

Resolver problemas de física não é apenas sobre aplicar uma fórmula, é sobre pensar criticamente e encontrar soluções criativas. Os experimentos desafiam os alunos a pensar fora da caixa, fortalecendo suas habilidades de análise e raciocínio lógico, tornando o aprendizado divertido e envolvente. Os alunos se sentem mais motivados e engajados quando estão realmente fazendo algo, e isso os ajuda a construir o conhecimento de maneira mais eficaz.

Em suma, experimentos são a cola que une a teoria à prática na educação científica. Eles não apenas ensinam física, mas também cultivam habilidades essenciais para a vida. Então, da próxima vez que estiverem prestes a soltar algo em um experimento de física, lembrem-se: estão construindo mais do que apenas conhecimento - estão construindo um conjunto de habilidades para toda a vida.

4.5 Os tipos de experimentos dentro da física

Existem vários tipos de experimentos educacionais dentro da física que podem ser úteis para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem dos princípios físicos. Cada experimento de física tem seus próprios benefícios e pode ser adaptado para diferentes níveis de ensino e contextos de aprendizagem. O importante é fornecer aos alunos experiências práticas que os ajudem a compreender os princípios físicos de forma significativos e interessantes, podendo ou não ser ao ar livre, um experimento de construção ou até mesmo os colaborativos.

Alguns experimentos podem ser feitos de forma virtual. Segundo Pereira e Costa (2011) os experimentos virtuais podem ser realizados usando simulações por computador. Eles permitem que os alunos explorem especificidades físicas de maneira interativa e segura, o que

é especialmente útil quando os experimentos reais são difíceis ou impossíveis de serem realizados em sala de aula.

Uma outra classificação, segundo Araujo e Abib (2003), é relativa aos experimentos demonstrativos. Eles são executados pelo professor para demonstrar princípios físicos aos alunos, na maioria das vezes esses experimentos envolvem equipamentos mais complexos ou perigosos que não são manipulados diretamente pelos alunos, sendo úteis para apresentar conceitos e demonstrar características físicas de maneira clara e visual.

5 METODOLOGIA

A sequência didática abaixo é uma organização de atividades e materiais que serão utilizados para o ensino de Física com as Leis de Newton, sendo separadas em sete fases, com oito aulas de 50 minutos, dentre as quais está planejado aulas conceituais ligadas às Leis de Newton e aulas com experimentos.

Para Santos e Varela (2007) é importante fazer uma avaliação diagnóstica para saber qual situação os alunos se encontram, sendo assim, os discentes serão avaliados inicialmente tendo a finalidade de compreender o nível de conhecimento sobre as Leis de Newton e orientar o professor de onde ele pode começar suas aulas e aplicar as atividades. O quadro 1 indica o planejamento da sequência didática elaborada.

Quadro 1: Indicativo sobre as etapas e fases da sequência didática proposta.

Fase	Tempo	Proposta didática	Objetivos	Recursos
1	50 min	Diagnóstico inicial + conceitos básicos	Avaliar o conhecimento prévio dos estudantes através de questionário e discutir conceitos básicos das Leis de Newton	Quadro, projetor, notebook, internet. Aplicação de questionário inicial sobre conceitos de movimento e força
2	50 min	Experimento sobre a 1ª Lei de Newton	Apresentar e aplicar experimento sobre a 1ª Lei de Newton, discutindo exemplos e esclarecendo dúvidas	Carrinho de brinquedo, bolinha de gude, duas réguas, lápis, massa de modelar, livros, fita adesiva
3	50 min	Experimento sobre a 2ª Lei de Newton	Aplicar experimentos e situações do cotidiano para a 2ª Lei de Newton	Carrinho, massas, régua, cronômetro
4	50 min	Experimento sobre a 3ª Lei de Newton	Observar ação e reação	Balão, barbante, canudo de plástico, fita adesiva, tesoura, pregador de roupas, duas cadeiras

5	50 min	Conceitos básicos das Leis de Newton	Consolidar compreensão dos fenômenos observados	Quadro, projetor, materiais dos experimentos
6	100 min	Relatório	Elaborar relatório sobre os experimentos e reflexões	Papel, caneta, questionário guia
7	50 min	Diagnóstico final	Avaliar aprendizagem dos alunos e progresso	Questionário inicial reaplicado, quadro, projetor

Fonte: Autores.

5.1 PLANEJAMENTO DAS AULAS

FASE 1 - DIAGNÓSTICO INICIAL

TEMPO: Aula de 50 min

Introdução:

Nesta primeira fase, denominada Diagnóstico Inicial, busca-se identificar o conhecimento prévio dos alunos sobre as leis de Newton. Paralelamente, são introduzidos os conceitos básicos, como inércia, força, massa e ação-reação, que servirão de base para as atividades subsequentes e para a compreensão dos experimentos propostos.

Objetivos:

Explicar aos alunos a importância da atividade e, em seguida, aplicar o questionário diagnóstico. Os resultados obtidos serão utilizados para identificar as dificuldades dos alunos, considerando as questões com maior percentual de erros e acertos, permitindo que os conteúdos subsequentes sejam abordados de forma mais direcionada.

Conteúdo:

- Introdução a Isaac Newton e suas leis.
- Conceitos de inércia, força, massa e ação-reação.

Recursos/Material:

- Questionário impresso para avaliação diagnóstica.
- Quadro e giz ou lousa digital.

Desenvolvimento:

- Aplicar avaliação diagnóstica inicial individualmente, permitindo que cada aluno registre suas respostas de forma autônoma.

- Discussão coletiva das respostas, destacando acertos, equívocos e promovendo a participação ativa dos alunos, contextualizando os conceitos abordados.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO:

- As respostas serão analisadas qualitativamente, identificando conceitos corretos, lacunas e equívocos, servindo de base para a personalização das aulas seguintes.

A seguir, apresenta-se o questionário utilizado na Fase 1 – Diagnóstico Inicial. Este instrumento tem como objetivo avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre Isaac Newton e suas leis, identificando conceitos já compreendidos e possíveis dificuldades, de modo a orientar o planejamento das aulas subsequentes.

Avaliação diagnóstica inicial	
Aluno(a): _____	Turma: _____
1. Quem foi Isaac Newton?	

2. Assinale a alternativa que apresenta o enunciado da Lei da Inércia (1ª Lei de Newton):	
a) Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que uma força atue sobre ele.	
b) Toda ação tem uma reação igual e oposta.	
c) A aceleração de um corpo depende da força aplicada e da sua massa.	
3. Cite um exemplo do cotidiano que mostre a Lei da Inércia (1ª Lei de Newton):	

4. O que acontece quando você empurra um objeto e ele se move mais rápido? Qual lei de Newton isso representa?	

5. Dê um exemplo de ação e reação (3ª Lei de Newton) que você já observou:	

Fase 2 – Aplicação de Experimentos sobre a 1ª e 2ª Lei de Newton

TEMPO: 50 minutos

CONTEÚDO: 1ª e 2ª Lei de Newton

OBJETIVOS:

Apresentar e aplicar experimentos sobre a 1ª e 2ª Lei de Newton, discutindo exemplos do cotidiano e esclarecendo dúvidas.

PERGUNTAS NORTEADORAS:

- O que acontece com um corpo quando nenhuma força atua sobre ele? (1ª Lei)
- Você consegue identificar exemplos de inércia no cotidiano? (1ª Lei)
- Como a força aplicada a um objeto influencia sua aceleração? (2ª Lei)
- De que maneira a massa do objeto altera a aceleração quando aplicamos a mesma força? (2ª Lei)
- É possível prever a velocidade de um objeto sabendo sua massa e a força aplicada? (2ª Lei)

RECURSOS/MATERIAL:

- 1ª Lei: carrinho de brinquedo, bolinha de gude, duas réguas, lápis, massa de modelar, livros, fita adesiva
- 2ª Lei: carrinho, massas adicionais, régua, cronômetro

ATIVIDADES E DESENVOLVIMENTO:

1. Montar o experimento da 1ª Lei de Newton e observar o comportamento do carrinho e da bolinha ao atingir o obstáculo.
2. Registrar as observações e discutir os conceitos de inércia com os alunos.
3. Montar o experimento da 2ª Lei de Newton, variando a massa ou a força aplicada e medindo o tempo de deslocamento com o cronômetro.
4. Registrar os resultados, relacionando força, massa e aceleração, e discutir com os alunos.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO:

- Participação ativa dos alunos nos experimentos.
- Correção dos registros e capacidade de relacionar resultados com os conceitos das leis.
- Discussão e esclarecimento de dúvidas durante a aula.

Observações:

- Experimentos podem ser realizados individualmente ou em duplas.

- Ajustes de tempo ou materiais podem ser feitos conforme a turma.

FASE 2 - APLICAÇÃO DE EXPERIMENTO SOBRE A 1ª LEI DE NEWTON

TEMPO: 01 hora-aula - 50 min

OBJETIVOS: Realizar o experimento, discutir e esclarecer dúvidas sobre a 1ª Lei de Newton.

DESENVOLVIMENTO: Colocar em prática o experimento da 1ª Lei de Newton, discutir com os alunos sobre as concepções que eles têm sobre o tema, a fim de sanar dúvidas futuras.

Roteiro de experimento

Investigando a Inércia - Experimento da 1ª Lei de Newton¹

Objetivo: Demonstrar a Primeira Lei de Newton por meio de um experimento simples.

Materiais:

- Carrinho de brinquedo;
- Bolinha de gude;
- Duas Réguas;
- Lápis;
- Pedaco de Massa de Modelar
- Livros;
- Fita Adesiva.

Procedimento:

Com o auxílio de dois livros faça o apoio da rampa, já a rampa será feita com duas régua e a fita adesiva unindo as duas régua e por fim o obstáculo será feito com um lápis preso com fita adesiva em uma superfície lisa, ou seja, uma mesa. Para realizar o experimento deve-se colocar a bolinha presa ao carrinho e deixar ele rolar a rampa e chocar-se com um obstáculo, o carrinho irá percorrer a rampa até atingir o lápis o qual é o obstáculo (Fig. 1).

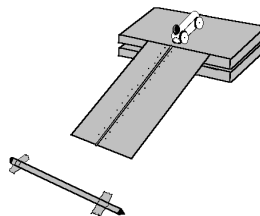


Fig.1- Montagem experimental Fonte: Unesp (2023)

Fonte: Unesp (2023)

¹ Experimento disponível no site <https://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec02.htm>

FASE 3 - APLICAÇÃO DE EXPERIMENTO SOBRE A 2ª LEI DE NEWTON

TEMPO: 01 hora-aula - 50 min

OBJETIVOS: Realizar o experimento, discutir e esclarecer dúvidas sobre a 2ª Lei de Newton.

DESENVOLVIMENTO: Colocar em prática o experimento da 2ª Lei de Newton, discutir com os alunos sobre as concepções que eles têm sobre o tema, a fim de sanar dúvidas futuras.

Relação entre Força e Aceleração²

Objetivo: Demonstrar, de maneira simples, como a força aplicada a um objeto afeta sua aceleração, conforme previsto pela Segunda Lei de Newton.

Materiais:

Carrinho com rodas

Superfície lisa

Massas adicionais (bolinha de gude)

Régua

Cronômetro

Procedimento:

Coloque o carrinho sobre uma mesa, adicione uma massa (Fig. 2), anote a massa total que será a do carrinho mais a bolinha de gude. Demarque com fita a posição inicial do carrinho, então dê um leve empurrão no carrinho partindo da linha do referencial. Utilize o cronômetro para medir o tempo que o carrinho leva para percorrer uma distância específica, repita o procedimento algumas vezes e registre os tempos.

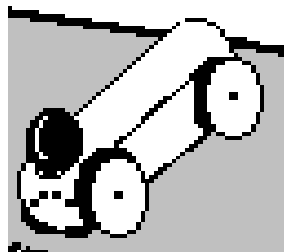


Fig. 2- Bolinha de gude em cima do carrinho em cima de uma superfície lisa.

Em seguida remova algumas massas do carrinho para reduzir sua massa total e repita o experimento, medindo novamente o tempo que o carrinho leva para percorrer a mesma distância.

Fonte: Unesp (2023)

² Experimento disponível no site <https://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/mec01.htm>

FASE 4 - APLICAÇÃO DE EXPERIMENTO SOBRE A 3ª LEI DE NEWTON

TEMPO: 01 hora-aula - 50 min

OBJETIVOS: Realizar o experimento, discutir e esclarecer dúvidas sobre a 3ª Lei de Newton.

DESENVOLVIMENTO: Colocar em prática o experimento da 3ª Lei de Newton, discutir com os alunos sobre as concepções que eles têm sobre o tema, a fim de sanar dúvidas futuras.

Ação e Reação³

Objetivo: Demonstrar, de maneira simples, a Terceira Lei de Newton, que afirma que a toda ação há sempre uma reação de igual intensidade, mesma direção, mas em sentido oposto.

Materiais:

- Balão
- Barbante
- Canudo de plástico
- Fita adesiva
- Tesoura
- Pregador de roupas
- 2 cadeiras

Procedimento:

Encha o balão de ar, mas não o amarre, coloque o pregador segurando a bico do balão para não sair o ar, em seguida, passe o barbante dentro do canudinho. Com a fita, cole o canudo na bexiga (Fig.04). Então pegue as duas cadeiras, amarre a ponta do barbante em uma delas, fazendo uma linha reta e em seguida amarre a outra ponta na outra cadeira (Fig.05). Por fim, solte o pregador e veja o balão viajar, se atente ao trajeto do balão para responder as perguntas depois.

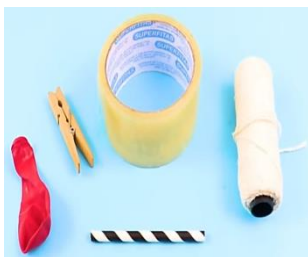


Fig.03-Mostra os materiais realizar o experimento.

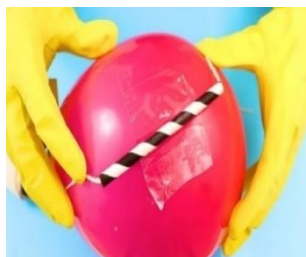


Fig. 04-Mostra com fica o canudo em relação ao balão.

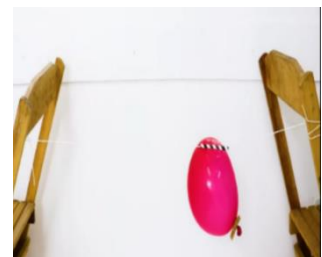


Fig.05- Mostra como fica opara balão em relação as cadeira

Fonte: Canal Tec (2021)

³ Disponível CANAL TEC EDUCAÇÃO, 2021. Disponível em : <https://www.youtube.com/watch?v=2krf0Rv0Dko>

FASE 5- CONCEITOS BÁSICOS SOBRE AS LEIS DE NEWTON

TEMPO: 01 hora-aula - 50 min

OBJETIVOS: Trabalhar os conceitos fundamentais das Leis de Newton, favorecendo a compreensão dos fenômenos observados nos experimentos.

DESENVOLVIMENTO: Esse momento será dedicado ao esclarecimento de dúvidas referentes aos experimentos e ao aprofundamento da compreensão das Leis de Newton.

SUGESTÃO DE PLANO DE AULA:

Plano de Aula: As Leis de Newton

1. Introdução (10 minutos):

Promover uma roda de conversa para apresentar as Leis de Newton e discutir sua relevância para a Física e suas aplicações práticas no cotidiano.

2. Lei da Inércia (15 minutos):

Apresentar a Primeira Lei de Newton, explicando o conceito de inércia e sua relação com o estado de movimento de um corpo, exemplificar situações do cotidiano que evidenciam a inércia, promovendo a compreensão do fenômeno e realizar uma breve discussão sobre as implicações da inércia e sua relevância no estudo da Física.

3. Lei Fundamental da Dinâmica (20 minutos):

Introduzir a Segunda Lei de Newton, destacando a relação entre força, massa e aceleração, explicar como a força resultante altera o movimento de um objeto e resolver exemplos simples que permitam visualizar a relação entre força e aceleração. Finalizar com uma discussão sobre as variações de massa e força influenciam o movimento dos corpos.

4. Ação e Reação (10 minutos):

Apresentar a Terceira Lei de Newton, explicando o princípio da ação e reação, discutir exemplos que evidenciem pares de forças em diferentes contextos e refletir coletivamente sobre como as forças de ação e reação se manifestam em situações reais.

5. Conclusão (5 minutos):

Retomar os conceitos essenciais das três Leis de Newton, reforçando sua importância na compreensão do movimento e em diversas aplicações práticas.

FASE 6 – RELATÓRIO

TEMPO: 02 hora-aula - 100 min

OBJETIVOS:

- Compreender a importância dos relatórios em diversas áreas.

- Desenvolver habilidades na elaboração de relatórios claros e concisos.

DESENVOLVIMENTO: Nesta fase, os estudantes deverão elaborar um relatório com base nos experimentos realizados durante a sequência didática. O objetivo é registrar as percepções individuais e refletir sobre os conceitos físicos envolvidos. As perguntas-guia a seguir orientam a reflexão e a construção dos relatórios.

ANÁLISE DOS EXPERIMENTOS DAS LEIS DE NEWTON

- Experimento da 1ª Lei de Newton:

1. Após realizar o experimento da Primeira Lei de Newton, o que pode observar?

2. O que aconteceu com o carrinho e a bolinha?

3. Quais desafios vocês encontraram ao fazer esse experimento?

- Experimento da 2ª lei de Newton:

1. O que acontece com o carrinho e a massa?

2. Foi possível ver a relação entre a força e a aceleração? A

3. Quais desafios vocês encontraram ao fazer esse experimento?

- Experimento da 3ª lei de Newton:

1. Discuta como a ação de liberar o ar do balão cria uma reação e relacione os resultados à Terceira Lei de Newton.

2. Foi possível observar a terceira lei de Newton ao realizar o experimento? Se sim, como?

3. Quais desafios vocês encontraram ao fazer esse experimento?

FASE 7 - DIAGNÓSTICO FINAL

TEMPO: 01 hora-aula - 50 min

OBJETIVOS: Diagnosticar o que os alunos aprenderam ao longo das aulas, ajudando os educadores a entenderem melhor o progresso dos estudantes e a eficácia do método de ensino.

DESENVOLVIMENTO: Nesta etapa, será reaplicado o mesmo questionário utilizado no início da sequência didática. A comparação entre as respostas iniciais e finais permitirá identificar avanços conceituais, possíveis lacunas e o nível de domínio dos alunos em relação aos conteúdos trabalhados. Esse diagnóstico final fornecerá subsídios para avaliar o impacto da proposta pedagógica e orientar futuras intervenções didáticas.

6. RESULTADOS

Ao propor experimentos aos estudantes eles poderão ter dificuldades, como nos conceitos físicos que são objetos da atividade. Também poderá acontecer erros na montagem experimental, ou nos cálculos. Lista-se aqui alguns dos resultados esperados com após as realizações das práticas.

No experimento da 1ª lei de Newton espera-se que o aluno compreenda o conceito: “Todo corpo deve permanecer em repouso ou em movimento retilíneo uniforme, a menos que seja aplicado uma força sob ele, que mude essa condição”. Este conhecimento pode ser construído a partir da observação inicial de que o carrinho sai da sua condição natural de repouso e entra em movimento, descendo a rampa pela ação da gravidade, e a partir deste momento ele passa a manter este estado até colidir com o livro. Neste momento pode-se observar a tendência de continuar o movimento, inclusive capotando ou dando piruetas e passando por cima do livro. Também pode-se refletir sobre o que ocorreria se o livro fosse retirado.

Já no experimento da 2ª lei de Newton, espera-se que o aluno seja capaz de perceber na prática a fórmula: $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$. Quando o aluno aplicar a força no carrinho o ocasionará na aceleração em um determinado tempo, também é importante observar o que aconteceu com o carrinho e a bolinha. Durante a realização da atividade será possível verificar que forças maiores aplicadas por petelecos mais intensos produzirão maiores deslocamentos no carrinho que forças de petecos menos intensos. Outra observação que poderá ser feita será a diferença de deslocamento quando a massa forem diferentes: maiores massas terão deslocamentos menores que as maiores, quando os petelecos tiverem intensidades próximas. Devido a dificuldade das medidas de intensidade dos petelecos, esse experimento será para observação qualitativa, e não comprovará a 2ª Lei de Newton quantitativamente.

No experimento da terceira lei de Newton, que envolve o voo de um balão, espera-se demonstrar a aplicação prática dessa lei. Quando o balão é liberado, o ar que é expulso para trás

cria uma força de empuxo que impulsiona o balão para frente. Isso demonstra a terceira lei de Newton: para cada ação, há uma reação de igual magnitude, mas em direção oposta. Espera-se que os observadores compreendam que, quando o ar é liberado para trás, o balão se move para frente devido à força da ação. Isso é uma reação à ação de expulsar o ar para trás. O experimento mostra que a força do ar sendo empurrado para trás é o que impulsiona o balão para frente, ilustrando a terceira lei de Newton de forma prática e visualmente clara.

7. CONCLUSÕES

Como a sequência didática proposta não foi aplicada na prática, os resultados apresentados são simulados e baseados nas expectativas teóricas. A ideia é que os experimentos sejam usados de modos a confirmar as leis e por isto classificados com experimentos de verificação (Oliveira, 2010). Apesar de não configurarem como experimentos demonstrativos ou investigativos, os professores que forem utilizá-los podem adaptá-los para esta finalidade.

Essa sequência didática tem como objetivo o entendimento das leis de Newton por meio de experimentos no qual esperava-se que os estudantes demonstrem uma melhoria nas habilidades após a implementação da sequência didática. Também pode-se esperar que a motivação em relação a disciplina pode ser modificada, conforme o que foi indicado por Santos (2009).

Um importante ponto a ser relatado neste final é que durante a montagem da sequência didática foram observadas condições para que ela fosse acessível e de fácil execução para todos os professores e alunos. Ao mesmo tempo isto também foi uma dificuldade, pois é difícil desenvolver as aulas que chamem a atenção dos alunos, e ao mesmo tempo, que fossem de fácil execução para qualquer professor, incluindo o uso de materiais de fácil acesso.

8. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n.2, p.176-194, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/PLkjm3N5KjnXKgDsXw5Dy4R/?format=pdf&lang=pt> . Acesso em: 09 de nov. de 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf . Acesso em: 22 de out. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999. Disponível em : <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf> . Acesso em: 09 de nov. 2023.

CANAL TEC EDUCAÇÃO, 2021. Disponível em : <https://www.youtube.com/watch?v=2krf0Rv0Dko> Acesso em: 09 de nov. de 2023.

FARIAS, W. F. C. **O uso de atividades experimentais fáceis, simples e de baixo custo na promoção do interesse pela ciência**. 2018. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Química Geral e Aplicada, Universidade Federal Rural da Amazônia, Capitão Poço, 2018. Disponível em: <https://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/1811/1/O%20uso%20de%20atividades%20experimentais%20f%C3%A1cies%2C%20simples%20e%20de%20baixo%20custo%20na%20promo%C3%A7%C3%A3o%20do%20interesse%20pela%20ci%C3%Aancia.pdf>. Acesso em : 22 de out. 2023.

FORATO, T. C. M.. **BIOGRAFIA DE ISAAC NEWTON**. 218. Disponível em: <https://www.ghc.usp.br/Biografias/Newton/Newton3.htm>. Acesso em: 23 nov. 2023.

GALIAZZI, M. C. *et al.* Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Rio Grande do Sul, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/xJ9FZcgBpg8NKq3KvZNs3Hk/?lang=pt&format=pdf> .

GRASSELLI, E.C.; GARDELLI, D. **O ensino da física pela experimentação no Ensino Médio: da Teoria à prática**. Os Desafios da Escola Pública Paraense na Perspectiva do Professor. v. 1, p. 99-120, ISBN 978-85-8015-080-3, 2014. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uem_fis_artigo_erasmo_carlos_grasselli.pdf . Acesso em 08 de abril de 2024.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de física**, V.1, 9ªed., LTC – Livros Técnicos e Científicos LTDA. Rio de Janeiro – RJ, 2012.

MINAS GERAIS. **Currículo Referência de Minas Gerais**. CRMG, 2018. Disponível em: <https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/> . Acesso em: 22 de out. 2023.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, Rio Grande do Sul, v. 32, n. 94, p. 73-79, dez. 23. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQNsfWPqr6hjzyLQzs/?lang=pt&format=pdf> . Acesso em: 23 nov. 23.

MORAES, J. U. P. A visão dos alunos sobre o ensino de física: um estudo de caso. **Scientia Plena**, Lagarto - Se, v. 5, n. 11, p. 01-07, 01 set. 2009. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/736/392> . Acesso em: 01 nov. 2023.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 12, n. 1, p. 139-153, jan. 2010. Disponível em: <http://www.periodicos.ulbra.br/index.php/acta/article/view/31>. Acesso em: 01 nov. 2023.

PEREIRA, J. G.; COSTA, R. P. A importância dos experimentos virtuais para o ensino de ciências. **IV Jornada Científica**, Bambuí, p. 1-5, dez. 2011. Disponível em: https://www.bambui.ifmg.edu.br/jornada_cientifica/2011/resumos/fisica/42.pdf . Acesso em: 10 abr. 2024

RODRIGUES, S. N. **O ensino de física no ensino fundamental: uma investigação acerca dos desafios e das contribuições apresentadas pelas pesquisas da área**. 2020. 139 f. TCC (Graduação) - Curso de Física Licenciatura, Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/221849/O%20Ensino%20de%20F%C3%ADsica%20no%20Ensino%20Fundamental_%20Uma%20Investiga%C3%A7%C3%A3o%20acerca%20dos%20Desafios%20e%20Contribui%C3%A7%C3%B5es%20Apresentadas%20pelas%20Pesquisas%20da%20%C3%81rea%20de%20Ensino%20de%20F%C3%ADsica.pdf?sequence=1&isAllowed=y . Acesso em: 02 nov. 2023.

SANTOS, A. B. A Física no Ensino Médio: motivação e cidadania. **Revista Em Extensão**, v. 8, n.1. 2009.

SANTOS, M. R.; VARELA, S. A avaliação como um instrumento diagnóstico da construção do conhecimento nas séries iniciais do ensino fundamental. **Revista Eletrônica de Educação**, p. 1-14, 2007. Disponível em: https://web.unifil.br/docs/revista_eletronica/educacao/Artigo_04.pdf. Acesso em: 02 nov. 2023.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 1991. Disponível em: https://grupos.moodle.ufsc.br/pluginfile.php/336255/mod_resource/content/1/Escola%20e%20democracia_Saviani.pdf . Acesso em: 02 nov. 2023.

UNESP. Disponível em: <https://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/> . Acesso em: 02 nov. 2023.