

O USO DO CONCEITO DE QUEDA LIVRE COMO MOTIVAÇÃO PARA ESTUDAR A NATUREZA

USING THE CONCEPT OF FREE FALL AS A MOTIVATION TO STUDY NATURE

CÓMO UTILIZAR EL CONCEPTO DE CAÍDA LIBRE COMO MOTIVACIÓN PARA ESTUDIAR LA NATURALEZA


Maxwell Diógenes Bandeira de Melo

Docente do Curso de Engenharia Elétrica,
Universidade Federal do Tocantins (UFT)
maxwellmelo@uft.edu.br

 0000-0001-5519-8614


Ivan Ney Alvizuri Romani

Docente do Curso de Engenharia Elétrica,
Universidade Federal do Tocantins (UFT)
ivanromani@mail.uft.edu.br

 0009-0002-5957-2460


Jônatas Sousa Costa

Supervisor de Estágio na Escola Estadual Frederico José
Pedreira.
jonatas.sousa@uft.edu.br


 0000-0002-1550-2009

Eduardo Simões

Universidade Federal do Tocantins (UFT)
eduardosimoes@mail.uft.edu.br

 0000-0001-7375-8574

Sergio Manuel Rivera Sanhueza

Universidade Federal do Tocantins (UFT)
 0000-0002-6867-2511

Francisco Gilson Rebouças Pôrto Júnior

Docente do Curso de Pedagogia,
Universidade Federal do Tocantins (UFT)
gilsonporto@uft.edu.br

 0000-0002-5335-6428

Recebido em: 12.11.2024

Aceito em: 01.03.2025.

Publicado em: 03.06.2025.

RESUMO

Este trabalho apresenta o relato sobre a metodologia empregada no sentido de melhorar o entendimento do conteúdo de física do Ensino Médio referente a Queda Livre. Por meio de experimentos de simples montagem e que possibilitaram realizar medidas da grandeza tempo de queda de uma esfera de aço foi possível fortalecer a compreensão do conceito em voga (queda livre). Foram distribuídos aleatoriamente cinco cronômetros entre os discentes, que registraram o tempo de queda da esfera repetindo 16 vezes a atividade. A abordagem, embora ainda inexpressiva frente as possibilidades que o aparato pode oferecer, foi relevante no sentido de despertar o interesse da maioria dos estudantes. Para comentar sobre o desenvolvimento cognitivo e habilidades de resolução de problemas, estimulação do pensamento analítico e a capacidade de enfrentar desafios mais complexos, exalta-se a necessidade de avançar na exploração do aparato e da teoria.

PALAVRAS-CHAVE: Queda Livre; Gravidade; Natureza.

Introdução

A dificuldade de aprendizagem em física, especialmente no que diz respeito à compreensão de conceitos e a sua aplicabilidade no cotidiano, é um desafio significativo tanto para estudantes quanto para educadores. A física, como ciência, desempenha um papel crucial na explicação de fenômenos naturais e na fundamentação de muitas tecnologias que permeiam nosso dia a dia. No entanto, a natureza abstrata de muitos de seus conceitos, aliada a uma metodologia de ensino que algumas vezes não consegue fazer a ponte entre a teoria e as aplicações diárias,

pode resultar em uma percepção de que a física é inacessível ou irrelevante para a humanidade. Assim, surge a necessidade de inovação na metodologia de ensino de física com novos métodos que devem enfatizar a importância da compreensão conceitual, o fomento ao raciocínio científico e a pesquisa e desenvolvimento (Bao & Koenig, 2019).

Os educandos, em boa parte das vezes, podem não ter aprendido física porque não lhes foi proporcionado aulas experimentais, justificadas por diversos motivos, entre eles, o professor de ensino médio sobrecarregado de carga horária, sem tempo para planejamento; ausência de técnicos para auxiliar na organização dos experimentos além de inexistência de espaço físico adequado nas unidades escolares para armazenar equipamentos e para realização de aulas práticas. Ressalta-se que as escolas estaduais do estado do Tocantins receberam em 2023 vários itens de laboratório de física com potencial para o ensino e aprendizagem de conteúdo dessa disciplina. Com a possibilidade de implementação de experimentos simples, pode-se motivar os educandos a se interessarem em aprender física e compreender melhor fenômenos da natureza presentes em seu dia a dia. É a metodologia que o professor adota para abordar o conteúdo que pode despertar interesse pela física, favorecendo uma imagem positiva da mesma e proporcionando aprendizagem (Bonadiman & Nonenmacher, 2007). O objetivo dessa simples intervenção pedagógica consiste em analisar a possibilidade de inserir práticas de laboratório nas aulas de física e incentivar a aprendizagem de conceitos da disciplina.

Ensinar física por meio de experimentos de laboratório oferece uma série de benefícios para os alunos e para o processo de aprendizagem como um todo (Benfíca & Prates, 2020). Pode-se citar: aplicação de conceitos teóricos aprendidos em sala de aula a situações do mundo real, ajudando a solidificar sua compreensão; possibilidade de desenvolvimento de uma compreensão mais profunda e intuitiva dos princípios físicos, o que pode ser mais difícil de alcançar somente por meio de abordagens teóricas. Ao realizar uma prática de laboratório o estudante desenvolve habilidades de coleta e organização de dados, e por sentir-se envolvidos no processo educacional encontram-se talvez mais motivados e podem desenvolver a criatividade e a criticidade de forma mais aberta (Botelho, 2020).

Nesse sentido, optou-se por realizar a montagem de equipamento e a realização de experimento de queda livre. Queda livre é o conceito desenvolvido durante o ensino e aprendizagem das Três Leis de Newton que descrevem o comportamento dos corpos em movimento e são a base da Mecânica Clássica. Essas

leis foram formuladas pelo físico e matemático britânico Isaac Newton no século XVII e são consideradas uma das maiores conquistas da física clássica (Hewitt, 2000).

A primeira lei de Newton, também conhecida como a lei da inércia, afirma que um objeto em repouso permanecerá em repouso e um objeto em movimento permanecerá em movimento com velocidade constante, a menos que uma força externa atue sobre ele, ou seja, se a somatória das forças em um corpo for nula o corpo é um referencial inercial. A segunda lei de Newton estabelece que uma massa sujeita a uma força resultante diferente de zero adquire uma aceleração no mesmo sentido da força resultante, em outras palavras, essa lei nos permite relacionar a força que é aplicada a um objeto com sua resposta em termos de aceleração. Ainda, pode-se afirmar que a força é a variação do momento linear. A terceira lei de Newton é conhecida como a lei da ação e reação. Ela estabelece que, para toda ação, há sempre uma reação igual e oposta e aplicada em corpos distintos. Isso significa que, quando um objeto exerce uma força sobre outro objeto, o segundo objeto exerce uma força de mesma magnitude e direção oposta sobre o primeiro objeto (Godoy, Agnolo, & Melo, 2020, p. 46), ou ainda conforme escreve Ramalho et al. (2009, p. 190): “as ações mútuas de dois corpos, um sobre o outro, são sempre iguais em módulo, contudo, em sentidos opostos”.

Essas três leis de Newton têm uma importância fundamental na física, sendo aplicadas em diversas áreas, desde o movimento dos corpos celestes até a construção de pontes e edifícios. Elas também são a base para o desenvolvimento de outras áreas da física, como a mecânica quântica e a relatividade. (Doca, Biscoula, & Bôas, 2012). As leis de Newton oferecem previsões precisas do movimento de corpos, independentemente do tamanho ou complexidade. Contudo, perdem validade para corpos muito pequenos, na física Quântica ou para corpos em altas velocidades, na teoria da relatividade.

As leis físicas, introduzidas por Newton são a base de toda a Mecânica Clássica e estão alicerçadas em observações experimentais que conduziram aos enunciados já mencionados. Estas leis podem ser entendidas como postulados ditados pela Natureza. Caso suas implicações, toda a teoria construída que delas deriva, também esteja de acordo com a observação da Natureza, então, consistentemente, podem aceitar-se estes postulados como verdadeiros. Eles assumem, portanto, a categoria de leis físicas, isto é, verdades manifestadas pela própria Natureza (Fitas, 1996, p. 4). Queda livre é um fenômeno importante explicado pelas leis de Newton que descreve o movimento de um corpo massivo sob influência exclusiva da força gravitacional da Terra. De acordo

com as leis desse movimento de queda livre, todos os objetos, independentemente de sua massa, aceleram em direção ao solo com uma taxa constante devido à gravidade. Essa aceleração é conhecida como aceleração da gravidade e é aproximadamente igual a $9,8 \text{ m/s}^2$. A velocidade de um objeto em queda livre aumenta uniformemente ao longo do tempo, enquanto sua posição em relação ao ponto de partida é descrita por uma função quadrática do tempo. A queda livre é um conceito fundamental para entender uma variedade de fenômenos naturais e é frequentemente aplicada em campos como física, engenharia e astronomia (Hewitt, 2000).

Ressalta-se que, Lev Vygotsky, autor da teoria da aprendizagem histórico-cultural, em uma de suas obras, incentiva o uso de experimentos no contexto educacional. Embora não trate especificamente de experimentação como método de ensino, explora a relação entre desenvolvimento cognitivo e aprendizagem social, fundamentando a ideia de que o aprendizado ocorre de forma mais eficaz através da interação social e do engajamento ativo com o ambiente, elementos presentes nas atividades experimentais. (Vygotsky, 1986).

O conceito de aprendizagem para Vygotsky está relacionado a dois níveis de desenvolvimento: nível de desenvolvimento real e nível de desenvolvimento proximal (ZDP): a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) é compreendida como: a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vygotsky, 1984).

Assim, entende-se que o professor precisa concentrar sua atenção na ZDP de seus estudantes e planejar atividades que estejam dentro desta zona de desenvolvimento para que haja possibilidade de ocorrer aprendizagem e consequente avanço da ZDR do estudante de modo que uma nova ZDP seja evidenciada. Em outras palavras, o processo de ensino e aprendizagem deve ser organizado privilegiando a zona de desenvolvimento potencial do estudante, para que seja eficiente e promova a evolução intelectual do educando (Costa, 2006).

Costa (2006, p. 1) afirma que “é inegável a contribuição de Vygotsky para a educação; inegável também é a incrível aceitação e adequação de sua obra à nossa realidade brasileira”. A autora, desenvolveu um estudo para identificar a contribuição da obra de Vygotsky para o trabalho com sujeitos com necessidades educativas especiais, identificando que esse psicólogo e cientista da Educação centraliza seu

trabalho nas possibilidades dos sujeitos e não nos seus "déficits" ou limites (Costa, 2006).

Logo, um procedimento experimental que considere a ZDP dos estudantes, que seja seguro e adequado ao conceito, assim como uma boa coleta, organização e discussão de dados pelos grupos de estudantes, estímulo ao pensamento crítico e, quando possível, variedade de possibilidades nos experimentos (Olson & Loucks, 2000) é provavelmente o caminho para atingir o objetivo proposto.

Metodo

Essa investigação consistiu em uma estratégia de ensino e aprendizagem, fundamentada na teoria histórico-cultural de Vygotsky (Costa, 2006) e na abordagem investigativa contemplando atividades experimentais com material de laboratório físico que as escolas estaduais do Tocantins receberam no final de 2023.

Foi aberta a caixa contendo rótulo "Conjunto de Queda livre", conferido os itens presentes e testado o experimento antes de levar para o espaço onde se realizaria a intervenção. O planejamento privilegiou espaço aberto da escola em condições de abrigar todos os estudantes, porém, inicialmente, foi testado em sala de aula, em espaços abertos, em ambientes laboratoriais, sala de aulas comuns com prévio agendamento pelo professor regente da turma a fim de identificar qual o melhor ambiente para realizar a atividade com a turma selecionada. O tempo foi organizado salvaguardando o horário das aulas de física da turma, uma hora aula de 50 minutos semanal.

Devido ao pequeno espaço que geralmente é destinado as práticas de física e para motivar os alunos a deixarem o uso dos bancos da sala que é organizada tradicionalmente em fileiras, optou-se pelo uso da área aberta da escola. Embora não trate especificamente de experimentação como método de ensino e não se tenha a ilusão de em tão pouco tempo explorar a relação entre desenvolvimento cognitivo e aprendizagem social, fundamentando a ideia de que o aprendizado ocorre de forma mais eficaz através da interação social e do engajamento ativo com o ambiente, elementos presentes nas atividades experimentais (Vygotsky, 1986), pretende-se avaliar o quanto a prática Experimental pode estimular os estudantes a gostar de estudar assuntos da física.

Para tanto, utilizou-se um kit educacional SIRUS que contém: 3 esferas de aço, uma de 14g, outra de 23g e uma de 33g, usamos a última neste trabalho. Havia 5 cronômetros que foram distribuídos aleatoriamente entre os discentes. A montagem

foi realizada na presença dos estudantes e seguiu orientações do manual que acompanhou o kit SIRIUS. Previu-se um breve diálogo do professor com os estudantes auxiliando-os a refletirem sobre as massas das esferas e o tempo de queda delas.

Tentou-se identificar nas aulas fontes de dificuldades para melhorar os mecanismos de ajuda para o aprendizado em física (Júnior, 2020). Usamos a metodologia conhecida como Sequência de Ensino Investigativa que essencialmente é uma abordagem pedagógica que enfatiza a participação ativa dos alunos na construção de seu próprio conhecimento. É baseada no princípio de que os estudantes aprendem melhor quando são envolvidos em atividades práticas e desafiadoras, nas quais precisam investigar, explorar e resolver problemas reais.

A Sequência de Ensino Investigativa segue uma estrutura em etapas, começando com a apresentação de um problema ou uma pergunta desafiadora que desperte a curiosidade dos alunos, bem dentro do que projetamos em nossas práticas. Em seguida, os estudantes serão orientados a formular hipóteses, fazer previsões e elaborar planos de ação para resolver o problema proposto. Eles foram encorajados a realizar investigações, coletar dados, analisar resultados e tirar suas próprias conclusões.

Uma característica importante dessa metodologia é o papel do professor como um catalizador para o aprendizado. Ele fornece orientações, faz perguntas estimulantes, promove discussões em grupo e fornece recursos para apoiar as investigações dos alunos. A Sequência de Ensino Investigativa tem como objetivo desenvolver não apenas o conhecimento específico da disciplina, mas também, espera-se que desenvolvam habilidades cognitivas, como pensamento crítico, resolução de problemas, comunicação e trabalho em equipe. Além disso, ela busca promover o interesse e a motivação dos alunos, tornando o aprendizado mais significativo e duradouro. Os benefícios da Sequência de Ensino Investigativa incluem o desenvolvimento de habilidades de pesquisa e análise de dados, a promoção do pensamento crítico e da criatividade, o aumento da motivação e do engajamento dos alunos também são objetivos dessa metodologia que adotamos, além da preparação para a resolução de problemas do mundo real. A metodologia da Sequência de Ensino Investigativa é, em suma, uma abordagem pedagógica que coloca os alunos no centro do processo de aprendizagem, incentivando-os a investigação e a resolução de problemas. Visa sobretudo desenvolver habilidades cognitivas e promover um aprendizado mais significativo.

Na metodologia adotada, há a estrutura do aprendizado em etapas claras e interativas. Esta metodologia promove um ambiente de aprendizado dinâmico onde os alunos são incentivados a explorar e resolver problemas reais de forma ativa. Abaixo estão os passos detalhados da estratégia adotada para o experimento de queda livre, um tópico fundamental no estudo da física.

Etapa 1: Perguntas preliminares

1. Problema Proposto: A questão inicial apresentada aos alunos foi sobre a queda livre, um fenômeno físico onde um objeto é solto de certa altura sem impulso inicial, movendo-se sob a influência da gravidade.
2. Despertar a Curiosidade: Os alunos foram desafiados a pensar sobre o que afeta a velocidade e o tempo de queda de um objeto.
3. Formulação de Hipóteses: A partir do questionamento inicial, os estudantes escreveram tanto quanto possível hipóteses sobre os fatores que poderiam influenciar a queda de um objeto, como a massa, a resistência do ar e a altura da queda.

Etapa 2: Demonstração:

Material Utilizado

1. Cronômetro digital para medir o tempo de queda.
2. Régua ou fita métrica para medir a altura de queda.
3. Uma esfera para testar o tempo de queda.
4. Sensores SIRIUS para captura tempo de queda da esfera de aço do experimento, permitindo uma análise detalhada posterior.

Etapas do Experimento

1. Preparação: Montagem do equipamento onde os objetos seriam soltos de diferentes alturas.
2. Realização: Os alunos soltaram objetos de diversas massas e registraram o tempo de queda com o cronômetro digital.
3. Coleta de Dados: Utilização do método do vetor unidimensional Lan em software MATLAB para tratamento dos dados coletados.
4. Análise de Dados: Os dados foram inseridos em um software de análise gráfica, onde foram criados gráficos para visualizar as relações entre massa, altura e tempo de queda.

Etapa 3: Discussão e Conclusão

Após a realização do experimento e análise dos dados, os alunos discutiram as hipóteses iniciais. As hipóteses foram confrontadas com os resultados experimentais. Por exemplo, se o tempo de queda foi menor ou maior que os valores esperados. Os alunos chegaram a conclusões baseadas nas evidências coletadas, compreendendo melhor os princípios da queda livre e o impacto das diferentes variáveis no processo de queda da esfera.

Etapas da Intervenção

1º MOMENTO

Diálogo entre professor e estudantes apresentando a atividade a ser realizada por eles, o objetivo da mesma e o conteúdo envolvido, destacando as grandezas físicas envolvidas. Prosseguindo, o professor exhibe a questão norteadora da intervenção: “Se você deixar cair objetos de diferentes massas de uma certa altura, será que eles atingem o solo ao mesmo tempo?” e solicita respostas hipotéticas a mesma.

2º MOMENTO

Apresentação do aparato experimental e sugestões dos alunos de como realizar o experimento. Acatada as sugestões, o professor seleciona uma delas, aquela que apresenta subsídios para responder à questão inicial e discutem como realizar a atividade. O professor comenta que tem 5 cronômetros analógicos e solicita auxílio de cinco estudantes para usar esses instrumentos de medida durante a queda da esfera de maior massa. O professor solicita a um aluno que solte a esfera de 33g com cuidado para que seja da mesma altura enquanto as medições do tempo são realizadas e outros cinco alunos registram os dados produzidos. Repete-se o experimento mais vezes, inclusive com as outras duas esferas de massas menores e diferentes entre elas.

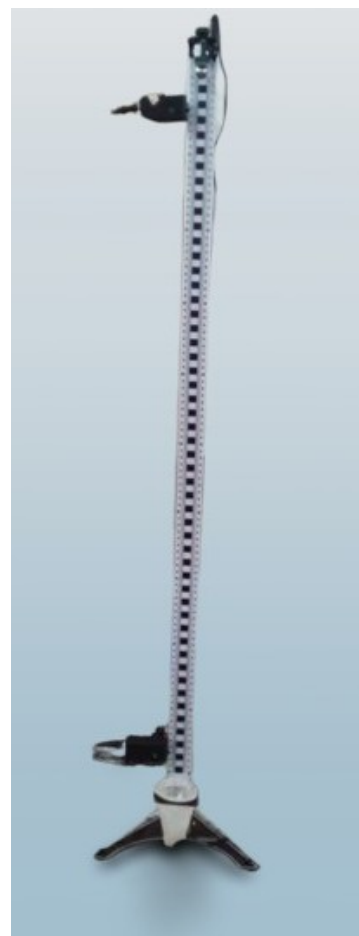
3º MOMENTO

Procede-se ao cálculo das médias aritméticas dos tempos coletados por cada estudante e a seguir faz-se a média da média, obtendo um valor único. Finalizando, realiza o experimento com os sensores, o solenoide (usado para fixar a esfera e deixa cair da mesma altura em todas as repetições) e o cronômetro digital várias vezes, faz a média e compara com o valor obtido anteriormente com o uso dos cronômetros analógicos

A figura 1 mostra o aparato experimental constituído de um trilho vertical graduado com tripé; quatro sensores; um solenoide, uma cesta, um prumo, uma esfera de aço com massa igual a 33g, utilizados nessa investigação.

Figura 1

Trilho vertical para experimentos de queda livre



Fonte: Os autores, em 15/05/2023.

Resultados e Discussão

O professor solicitou aos estudantes a leitura do conteúdo de queda livre do texto de Ramalho (2009) antecipadamente. Por isso a aula iniciou com expectativa dos estudantes, uma vez que estariam utilizando pela primeira vez um dos aparatos do Kit Multifuncional entregue às escolas pela Secretaria de Educação do Estado do Tocantins (SEDUC) o professor seguiu os passos da intervenção apresentados pelo pesquisador.

Procedeu-se como planejado, iniciando com o diálogo entre os alunos, com a questão norteadora e as respostas hipotéticas que contaram com poucas variações em

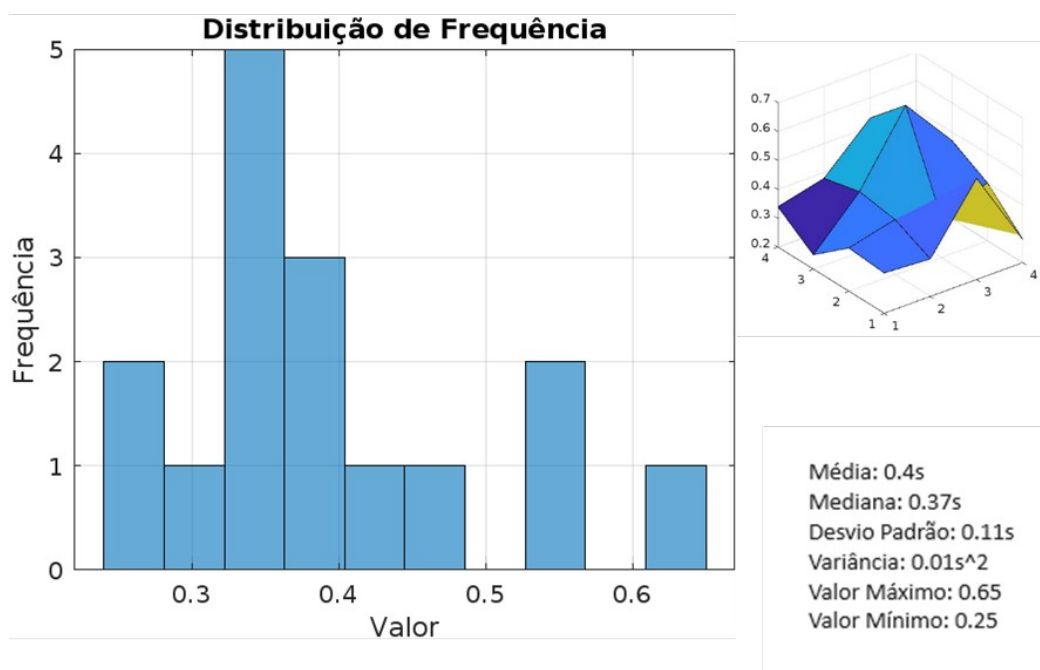
relação ao tempo de queda, isto é, de que a de maior massa chegaria primeiro ao cesto. A seguir foram realizados dezesseis (16) lançamentos com a esfera de 33g e cinco estudantes voluntários mediram o tempo de queda da esfera, usando um cronômetro analógico, e foi feita a média simples dessas medias e a média das médias obtidas. Utilizou-se um software matemático (MATLAB), no qual criou-se um vetor, LAN1x16, a saber: LAN= [34 35 25 34 33 39 41 38 55 34 65 53 28 40 47 31]. Logo após, dividiu-se esse vetor por 100, $L=LAN/100$, para obtenção do valor real da queda da esfera em segundos, o que resultou em oitenta medições. O tempo médio obtido pelos discentes no primeiro momento com o uso dos cronômetros analógicos, foi de 0,4s para aproximadamente 90cm de queda livre. Realizados outros cinco lançamentos com os sensores, o solenoide e o cronômetro digital acoplados ao trilho vertical, foi possível constatar um valor médio do tempo de queda de 0,33s. Ressalta-se que o valor obtido teoricamente foi de 0,29s.

Os estudantes foram incentivados a analisar criticamente os resultados obtidos durante os experimentos, comparando-os com as expectativas teóricas e identificando possíveis erros ou fontes de imprecisão (Freire, 1996). Considerando um erro aproximado de (± 1) para a média obtida com cronômetros analógicos obteve-se os valores de 0,39s e 0,31s, constatando-se um distanciamento do valor teórico de 13,4% e em relação ao segundo momento da atividade com medições utilizando um instrumento de maior precisão (cronômetro digital), considerando erro de (± 1) obteve-se 0,32s e 0,34s com distanciamento do valor teórico de 11,7%.

Então, com valores com distanciamentos relativamente pequenos em relação ao valor teórico, tendo em vista a imprecisão dos instrumentos de medida utilizados, foi possível verificar a motivação dos estudantes e ainda a identificação da teoria na prática. A distribuição de frequência para os dezesseis lançamentos, que são as médias de cinco medições aleatórias feitas pelos educandos, está sendo apresentada na figura 2.

Figura 2

Distribuição de frequência para os dezesseis (16) lançamentos de uma esfera de 33g. Na figura mostra-se além uma matriz para 4x4 para os dados em forma de superfície e os resultados para média, mediana, desvio padrão, variância, valor máximo e valor mínimo.



Fonte: Os autores.

Essa abordagem pedagógica não só facilitou o entendimento dos conceitos físicos, mas também desenvolveu algumas habilidades essenciais como pensamento crítico, análise de dados e trabalho em equipe, preparando os alunos para resolver problemas mais complexos do mundo real.

Análise dos resultados obtidos

Bons resultados em aulas somente podem refletir uma aprendizagem significativa e infere um desenvolvimento de habilidades, empenho dos alunos e uma compreensão da aplicação da física no dia a dia. Isso pode vir a demonstrar que as práticas laboratoriais cumpriram seu papel em proporcionar uma educação de melhor qualidade, melhorando, quiçá, a qualidade de vida de todos, pois podemos viver melhor se compreendermos melhor a natureza que nos cerca. Como resultados de longo alcance podemos citar que é provável que o enriquecimento na compreensão dos conceitos, o desenvolvimento de algumas habilidades práticas, o estímulo ao pensamento crítico e a resolução de problemas, bem como uma melhoria na motivação por estudar foi obtida com os educandos, fato inferido pelo entusiasmo da

maioria dos discente. Evidentemente, houve quem não se interessou pelo problema, o que pode fomentar outras discussões de como capturar a imaginação dos jovens para os fenômenos da natureza. Em um clima descontraído com o qual as aulas foram executadas pode-se, com razoável probabilidade, inferir a aceitação da grande maioria dos educandos com tais métodos. Os alunos seguiram as orientações dentro do possível. A maior parte da turma acompanhou os resultados e interagiu com os lançamentos, mostrando que uma atividade interativa com os educandos pode vir a ajudar o aprendizado.

O problema apresentado aos alunos foi investigar o princípio da queda livre, com o objetivo específico de verificar se o tempo de queda de uma esfera de aço corresponde aos tempos teóricos previstos pela teoria da gravidade de Newton e medidos pelo sistema de sensores e aparato SIRIUS, um sistema avançado de medição de tempo de queda. Com cerca de 20 a 25 alunos para cada aula, foram designados na ordem numérica de A1 até A25. Os alunos foram encorajados a formular hipóteses baseadas em seu entendimento prévio e nas leituras teóricas sobre a queda livre. Algumas das hipóteses apresentadas foram:

- A5: "Acredito que os corpos de maior massa chegam primeiro ao chão devido à maior força gravitacional atuando sobre eles."
- A16: "Os objetos, independentemente de suas massas, devem cair com um tempo que se aproxima do tempo previsto pela teoria de Newton, de acordo com a lei da gravidade, mas quero ver isso acontecer para crer."

Durante o experimento, os alunos visualizaram o sistema SIRIUS e mediram com cronômetros simples o tempo de queda da esfera de 33g. Os dados coletados foram então comparados com os tempos teóricos calculados com base nas equações de movimento uniformemente acelerado sob a gravidade sem levar em conta a resistência do ar.

As discussões focaram no fato de que o tempo de queda da esfera é razoavelmente igual ao tempo de queda livre teórico e o tempo medido pelo aparato SIRIUS sem levar em conta a resistência do ar, corroborando dessa forma com a teoria da gravidade que afirma que todos os objetos em queda livre sob a gravidade devem ter a mesma aceleração

Conclusões preliminares

- Os alunos concluíram que a hipótese de A16 foi comprovada pelo experimento, aumentando a confiança no entendimento teórico da física e na precisão do sistema SIRIUS.
- Os resultados demonstraram a eficácia das práticas laboratoriais em validar teorias científicas através de métodos experimentais e reforçaram a compreensão dos alunos sobre a aplicação prática dos conceitos de física.
- O experimento também serviu como uma ferramenta eficaz para engajar os alunos, despertando o interesse e a motivação para explorar mais profundamente os fenômenos físicos.

Essas atividades destacaram o valor das práticas na educação científica em sala de aula, não apenas em termos de compreensão conceitual, mas também no desenvolvimento de habilidades práticas, pensamento crítico e resolução de problemas.

Conclusão

A estratégia de ensino Sequência de Ensino Investigativa foi bem aceita pelos estudantes, pois se mostraram motivados e entusiasmados para realizar o experimento e ter conhecimento sobre os resultados. Alguns educandos não participaram e um dos motivos pode ser a quantidade de discentes na aula, que ultrapassa o recomendável para um laboratório pleno, que é cerca de 12 alunos. Contudo, os discentes seguiram os passos do método científico, fizeram perguntas, colaboraram com as explicações e ajudaram a fazer a média dos resultados. Os alunos participaram da atividade com 80% de participação. Essa estratégia pode ser utilizada para um ensino aprendizagem mais ativo despertando o gosto pela física nos estudantes de ensino médio.

A abordagem de Vygotsky sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) é fundamental para entender como se pode efetivamente aplicar a intervenção investigativa em um ambiente educacional (Vygotsky, 1986). Ao focar nas diferenças entre o que os alunos podem fazer sozinhos e o que podem alcançar com ajuda, essa teoria fornece uma base sólida para planejar atividades que realmente expandam seus conhecimentos e habilidades (Vygotsky, 1984). Na Aplicação da ZDP na Intervenção Investigativa, o papel do educador é crucial para mediar o processo de aprendizagem. Aqui estão algumas maneiras de como os princípios de Vygotsky podem ser incorporados: o Andaime (Scaffolding), neste método o educador fornece estruturas temporárias para apoiar os alunos na realização de tarefas que não conseguiriam

executar independentemente. Isso pode incluir dicas, lembretes, exemplificações, ou ajustes nas atividades baseados nas respostas dos alunos.

No Questionamento Guiado utiliza-se perguntas estrategicamente formuladas, os professores podem guiar os alunos através de processos de pensamento complexos, desafiando-os a pensar criticamente e explorar novas ideias. Na Modelagem, demonstra-se que processos de pensamento ou tarefas específicas ajuda os alunos a visualizarem o que é necessário para alcançar determinados resultados. Isso é especialmente útil em ciências, onde processos experimentais e técnicas podem ser complexos. A Colaboração entre Pares promove trabalhos em grupo e discussões em classe, os alunos podem aprender uns com os outros, cada um contribuindo com seu nível de compreensão e recebendo insight dos colegas, o que pode impulsionar todos para além de suas capacidades individuais iniciais e, finalmente, o Feedback Construtivo foca em como melhorar e avançar em tarefas específicas pode ajudar os alunos a entender seus próprios erros e aprender com eles, proporcionando oportunidades para crescer dentro de sua ZDP com benefícios para a aprendizagem.

Ao aplicarmos princípios de Vygotsky na intervenção investigativa, os educadores podem promover uma maior compreensão conceitual e os alunos não apenas "aprendem a matéria", mas também desenvolvem uma compreensão mais profunda de como aplicar o conhecimento em diferentes contextos. Foi uma experiência valiosa e para maiores resultados haveria a necessidade de maior contato com os estudantes, possibilitando trabalhar outros conceitos e com outros equipamentos possibilitando verificar a capacidade de fazer relações.

Familiarizar-se com o método científico e as conexões com o cotidiano foram o objetivo maior dessas intervenções. Acredito que a dificuldade de aprendizagem de conceitos de física e de os identificar no cotidiano pode estar relacionado com uma falta de interatividade com os educandos. Os critérios que fundamentaram a metodologia foram plenamente atingidos e pode-se considerar que esse tipo de aula fornece aos educandos uma experiência de aprendizado significativo, estimula a investigação científica, ajuda a desenvolver habilidades experimentais e consolida o entendimento dos conceitos físicos, no caso particular, o conceito de queda livre.

Desenvolver habilidades metacognitivas com os alunos para que eles comecem a aprender a pensar sobre seu próprio pensamento é crucial para o aprendizado autônomo e contínuo. Aumentar a motivação e o engajamento para superar desafios com o apoio adequado tende a envolver mais ativamente os educandos e estes podem se sentir mais motivados para aprender. Essa abordagem não só enriquece a

experiência de aprendizagem dentro da sala de aula, mas também prepara os alunos para desafios futuros, reforçando habilidades importantes para a vida acadêmica e profissional vindoura.

Agradecimento

À Universidade Federal do Tocantins e à Escola Estadual Frederico José Pedreira Neto.

Referências

- Bao, L., & Koenig, K. (2019). Physics education research for 21st century learning. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*.
- Benfíca, K. F. G., & Prates, K. H. G. (2020). As contribuições do uso de experimentos no ensino-aprendizado da física. *Brazilian Journal of Development*, 6(6), 33686–33703. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-528>
- Bonadiman, H., & Nonenmacher, S. E. B. (2007). O gostar e o aprender no ensino de física: Uma proposta metodológica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(2), 194–223. <https://doi.org/10.5007/%25x>
- Botelho, S. de O., Nascimento, E. de C., & Silva, R. R. (2020). A atividade experimental para o desenvolvimento de habilidades cognitivas dos alunos no ensino de Ciências, em uma escola pública na cidade de Manaus. *Anais do Encontro Nacional de Ensino de Ciências e Matemática – ENEM*. <https://doi.org/10.29292/anais.enem.2020>
- Costa, D. A. F. (2006). Superando limites: A contribuição de Vygotsky para a educação especial. *Revista Psicopedagogia*, 23(72), 232–240. http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84862006000300007
- Doca, R. H., Biscoula, G. J., & Bôas, N. V. (2012). *Tópicos em física* (21ª ed.). Editora Saraiva Didático.
- Fitas, A. J. S. (1996). Os *Principia* de Newton, alguns comentários (Primeira parte, a Axiomática). *Vértice*, 72, 61–68.
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra.
- Godoy, L., Agnolo, R. M. D., & Melo, W. C. (2020). *Multiversos: Ciências da Natureza – Movimentos e equilíbrios na natureza*. Câmara Brasileira do Livro.
- Júnior, J. M. S. (2020). O ensino por investigação como abordagem para o estudo do efeito fotoelétrico com estudantes do ensino médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(1), 51–78. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n1p51>
- Olson, S., & Loucks-Horsley, S. (Eds.). (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning*. National Research Council. <https://doi.org/10.17226/9596>
- Ramalho, N., & Toledo, L. (2009). *Os fundamentos da física* (Vol. 1). Moderna Plus.
- Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language* (A. Kozulin, Ed.). MIT Press.
- Vygotsky, L. S. (1984). *A formação social da mente*. Martins Fontes.

ABSTRACT

This work brings to the public a report of a methodology used to significantly improve the understanding of the content of High School Physics regarding Free Fall, in classes that aimed to strengthen the understanding of the content concepts that can explain natural phenomena. Through simple experiments to be set up, such as measuring the falling time of a steel sphere using stopwatches, in this case five stopwatches distributed randomly among the students. The analysis of the results and these explanations allowed the improvement of practical and experimental skills, including the use of equipment, data collection and analysis of results. The approach contributed to cognitive development and problem-solving skills, stimulating analytical thinking and the ability to face more complex challenges. Furthermore, the methodology, in addition to providing familiarization with the scientific method, contributed to familiarizing students with the scientific method and its applicability in everyday life.

KEYWORDS: Free fall; Gravity; Nature

RESUMEN

Este trabajo trae al público un informe de una metodología utilizada para mejorar significativamente la comprensión de los contenidos de Física de Secundaria en materia de Caída Libre, en clases que tuvieron como objetivo fortalecer la comprensión de los conceptos del contenido que pueden explicar los fenómenos naturales. A través de experimentos sencillos de montar, como medir el tiempo de caída de una esfera de acero mediante cronómetros, en este caso cinco cronómetros distribuidos aleatoriamente entre los alumnos. El análisis de los resultados y estas explicaciones permitieron mejorar las habilidades prácticas y experimentales, incluido el uso de equipos, la recolección de datos y el análisis de resultados. El enfoque contribuyó al desarrollo cognitivo y a las habilidades de resolución de problemas, estimulando el pensamiento analítico y la capacidad de afrontar desafíos más complejos. Además, la metodología, además de proporcionar familiarización con el método científico, contribuyó a familiarizar a los estudiantes con el método científico y su aplicabilidad en la vida cotidiana.

PALABRAS CLAVE: Caída libre; Gravedad; Naturaleza.