

Investigação do desenvolvimento de habilidades hipotético-dedutivas por meio da manipulação de variáveis com alunos do curso de licenciatura em física do Centro de Estudos Superiores de Tefé-AM

Investigation of the development of hypothetical-deductive skills through the manipulation of variables with students from the bachelor's degree course in physics at the Higher Studies Center of Tefé-AM.

Willian Miguel Pereira Ramos¹, Josefina Diosdada Barrera Kalhil², Fenike Silva das Neves³

RESUMO: A formação de professores é orientada pelos Projetos Políticos Pedagógicos (PPC) dos cursos de graduação em licenciatura, no que diz respeito ao desenvolvimento de habilidades. Neste sentido, investigamos o seguinte problema de pesquisa: Como as habilidades hipotético-dedutivas vem sendo desenvolvidas no processo ensino-aprendizagem no curso de licenciatura em física do Centro de Estudos Superiores de Tefé-CEST/AM? Com o intuito de solucionar esse problema científico, apresentamos a seguinte objetivo: verificar a existência de habilidades hipotético-dedutivas pelos acadêmicos do curso de licenciatura em física durante a investigação a partir da manipulação das variáveis comprimento e massa a frequência de oscilação de um pêndulo simples na construção do conhecimento científico. Para isso, verificaremos com alunos do curso de licenciatura em física, na modalidade presencial, de uma instituição de ensino superior pública do estado do Amazonas, quais são as habilidades hipotético-dedutivas que cada aluno da amostra apresentava, seja nas questões acadêmicas, pessoais e profissionais e desta forma, aplicamos questionários para uma amostra de 15 alunos. A abordagem da pesquisa é qualitativa, sendo realizado revisão de literatura e do projeto pedagógico de curso, bem como a transcrição e análise dos questionários. Com isso, buscamos contribuir para a avaliação da formação acadêmica e fornecer insights significativos para os futuros professores de Física.

PALAVRAS-CHAVE: desenvolvimento de habilidades; habilidades hipotético-Dedutivo; formação de professores de física.

ABSTRACT: Teacher education is guided by the Pedagogical Political Projects (PPC) of undergraduate teaching programs, concerning the development of skills. In this context, we investigate the following research problem: How have hypothetico-deductive skills been developed in the teaching-learning process in the Physics Education program at the Center for Higher Studies in Tefé-CEST/AM? In order to address this scientific problem, we present the following objective: to assess the presence of hypothetico-deductive skills among students enrolled in the Physics Education program during an investigation involving the manipulation of variables such as length and mass on the frequency of oscillation of a simple pendulum. To achieve this, we will identify hypothetico-deductive skills exhibited by each student in the sample, encompassing academic, personal, and professional aspects. To this end, we administered questionnaires to a sample of 15

1 Doutorando em Educação em Ciência e Matemática pela Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, Professor Assistente da Universidade do Estado do Amazonas. E-mail: wramos@uea.edu.br.

2 Doutora em Ciências Pedagógicas pela Universidade de Havana, Professora Associada da Universidade do Estado do Amazonas. E-mail: jbkahil@uea.edu.br.

3 Mestranda em Física pela Universidade Federal do Paraná, Email: fsn.fis17@uea.edu.br.

students in the in-person Physics Education program at a public higher education institution in the state of Amazonas. This research employs a qualitative approach, involving literature review and an examination of the program's pedagogical design. Additionally, we will transcribe and analyze the questionnaires. Through this study, we aim to contribute to the evaluation of academic training and provide valuable insights for future Physics educators.

KEYWORDS: skill development; hypothetico-deductive skills; physics teacher education.

INTRODUÇÃO

O ensino de física, por usar uma abordagem lógica-matemática, apresenta dificuldades no processo ensino-aprendizagem. É perceptível que a Física é ensinada visando a memorização indutiva de fórmulas e expressões matemáticas, sem contextualização do problema, muito menos a explicação física do fenômeno (KARAM, 2009). Diante dessa dificuldade, torna-se imprescindível o emprego de metodologias que visem de alguma forma a melhoria no processo de ensino de física. Do ponto de vista acadêmico, se utilizar de aulas práticas de modo que os estudantes possam ser instigados a investigar, comparar, observar e tirar suas próprias conclusões e os levando a pensar na ciência de forma mais científica. Vale ressaltar que construir o conhecimento científico e desenvolver habilidades a partir de um experimento está em consonância com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN):

Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses e testar (PCN, 2002, p. 237).

O processo de ensino-aprendizagem tem se renovado constantemente com o avanço da tecnologia, velocidade de difusão de informações e variação da qualidade de vida do ser humano. Sendo assim, o desenvolvimento de habilidades hipotético-dedutivas, além do domínio na disciplina é tão importante quanto compreender como os alunos raciocinam cientificamente (LIZARDI; KALHIL, 2011).

O problema de pesquisa: Como as habilidades hipotético-dedutivas vem sendo desenvolvidas no processo ensino-aprendizagem no curso de licenciatura em física do Centro de Estudos Superiores de Tefé-CEST/AM? Tem como objetivos, verificar a existência de habilidades hipotético-dedutivas pelos acadêmicos do curso de licenciatura em física durante a investigação a partir da manipulação das variáveis comprimento e massa, a frequência de oscilação de um pêndulo simples na construção do conhecimento científico.

Isso implica em identificar as possíveis contribuições que o desenvolvimento de habilidades hipotético-dedutivas pode trazer para o processo de ensino-aprendizagem, ao mesmo tempo em que examina quaisquer desafios que possam surgir durante a implementação dessa pesquisa, proporcionando uma abordagem inovadora e eficaz para engajar os alunos e promover o desenvolvimento de habilidades de raciocínio científico.

Portanto, o referido trabalho visa abordar sobre como a manipulação de variáveis pode mediar a construção do conhecimento científico, explorando o processo de construção de habilidades hipotético-dedutivas, para identificar quais as habilidades necessárias para a realização deste experimento com manipulações de variáveis empíricas.

Este artigo está estruturado da seguinte maneira: a Introdução aborda a apresentação do problema de pesquisa, seus objetivos e as razões que motivaram esta investigação. A Metodologia engloba a exposição do embasamento teórico e a revisão da literatura. A Análise e Discussão dos Dados apresentam os resultados obtidos e a discussão desses dados, seguindo a abordagem de análise de conteúdo de Bardin. Por fim, são apresentadas as Considerações Finais.

DESENVOLVIMENTO

MÉTODO HIPOTÉTICO-DEDUTIVO

O experimento do pêndulo simples é um modelo de Jean Piaget e Bärbel Inhelder (INHELDER, 1981), no qual foi avaliada a capacidade de um sujeito em determinar quais são os fatores que interferem na frequência de oscilação de um pêndulo, formado por uma massa suspensa por uma haste de barbante. Existem quatro componentes a serem levados em consideração no problema: a altura de onde a massa é abandonada; o peso da massa; o comprimento do fio; e a força de gravidade.

Segundo Piaget, o desenvolvimento cognitivo se dá por interações entre o sujeito e o objeto de conhecimento. Nas conclusões gerais de *Les formes élémentaires de la dialectique* (1980) ele afirma que:

A relação cognitiva sujeito/objeto é uma relação dialética porque se trata de processos de assimilação (por meio de esquemas de ação, conceitualizações ou teorizações, segundo os níveis) que procedem por aproximações sucessivas e através dos quais o objeto apresenta novos aspectos, características, propriedades etc. que um sujeito também em modificação vai reconhecendo. Tal relação dialética é um produto da interação, através da ação, dos processos antagônicos (mas indissociáveis) de assimilação e acomodação (PIAGET, 1980).

Piaget, enfatizou a importância da interação ativa das crianças com o ambiente para a construção do conhecimento científico. De acordo com sua teoria, as crianças constroem seu entendimento do mundo através de ações e interações com objetos físicos reais. Nesse sentido, o pêndulo pode ser usado como uma atividade experimental que envolve interações reais, físicas e observação. Ao explorar o movimento do pêndulo, as crianças podem fazer observações empíricas, formular hipóteses, realizar experimentos e revisar suas ideias à medida que interagem com o objeto.

Corroborando na investigação a respeito de como o Raciocínio Hipotético-Dedutivo está presente nos avanços científicos oriundos das importantes descobertas científicas, Lawson (2000), analisou o raciocínio científico que trouxeram relevantes contribuições para a construção da Ciências. Em seus trabalhos, é possível visualizar seguimentos das teorias que argumentam que o conhecimento humano é construído através do desenvolvimento cognitivo das estruturas mentais, destacando a importância do construtivismo de Piaget (1976) para a sua pesquisa.

Lawson (2000), durante sua pesquisa, observou que os alunos, antes de chegarem à resposta, desenvolvem cognitivamente um ciclo de aprendizagem denominado Padrão de Raciocínio Hipotético-Dedutivo (LAWSON, 2000). O Ensino de Ciências por Investigação visa proporcionar, por meio da proposição de problemas, o confronto e a discussão de ideias, ampliando assim a visão de mundo das crianças.

Carvalho et al. (2009) afirma que o Ensino de Ciências por Investigação, na perspectiva da experiência, é capaz de ampliar o conhecimento do aluno. A interação do aluno com seus iguais é imprescindível na construção, eminentemente, social, de um novo conhecimento. Portanto, uma investigação com alunos do curso de licenciatura em física é fundamental para compreender, de que forma esses futuros professores estão desenvolvendo habilidades importantíssimas para a construção do conhecimento científico, tais como as habilidades hipotético-dedutivas.

CONCEITOS FÍSICOS

O pêndulo, Figura 01, é um dispositivo físico que consiste em uma massa suspensa por um fio ou uma haste. É um dos dispositivos mais antigos e estudados na história da física. A história do pêndulo remonta à antiguidade, mas foi no século XVII que o cientista italiano Galileo Galilei realizou estudos sistemáticos sobre o movimento pendular. Galileo descobriu que o período de oscilação do pêndulo, ou seja, o tempo que leva para uma oscilação completa de ida e volta, é praticamente constante, independentemente da amplitude da oscilação.

Figura 01: Pêndulo Simples



Fonte: Eduardo Lage (2018).

No entanto, foi o cientista holandês Christiaan Huygens que fez contribuições significativas para o estudo do pêndulo. Desde então, o estudo do pêndulo continuou a desempenhar um papel fundamental na física básica (DA CUNHA, 2020). O pêndulo é usado em uma variedade de aplicações, desde a medição precisa do tempo, até a pesquisa científica em campos como a gravidade, a dinâmica não linear e a teoria do caos.

Para Eduardo Lage (2018), o pêndulo simples é um dos instrumentos mais antigos para medir empiricamente o ritmo temporal. Trata-se de um pequeno objeto na extremidade de um fio, o qual tem a outra extremidade fixa num ponto.

Um objeto preso a um fio que, por sua vez, está amarrado a um suporte de modo a permitir o balanço do objeto para lá e para cá é chamado de pêndulo. Esse sistema é dito ser simples quando a massa do objeto é muito maior que a massa do fio que o suspende, quando as variações do comprimento do fio são imperceptíveis frente a (muito menores que) distância que separa o objeto do suporte durante a oscilação (distância essa chamada de comprimento do pêndulo, de agora em diante) (LUCHESE et al, 2020, p. 4).

De acordo com Steven Strogatz (2003), o pêndulo é um dos sistemas mais icônicos da física. É simples, mas exibe uma riqueza de comportamentos interessantes e complexos. A massa também desempenha um papel fundamental na física, especialmente na mecânica clássica, onde está relacionada à inércia dos objetos. Enquanto a massa se refere à quantidade de matéria, o peso é a força gravitacional exercida sobre um objeto devido à atração gravitacional da Terra, ou de outro corpo celeste. O peso pode variar dependendo da localização, mas a massa de um objeto é intrínseca aos objetos.

O comprimento é uma grandeza física que expressa a distância percorrida entre dois pontos, ou seja, refere-se à medida da extensão ou distância entre dois pontos em um objeto ou no espaço

(NUSSENZVEIG, 2018). É uma propriedade fundamental que descreve a escala ou tamanho de um objeto ou a distância entre objetos. Na física clássica, o comprimento é tratado como uma quantidade absoluta e independente do observador. No entanto, na teoria da relatividade, o comprimento é relativo e pode variar dependendo do movimento relativo entre o observador e o objeto em questão.

O período é definido como o intervalo de tempo necessário para que um evento ou padrão se repita de maneira idêntica. Um exemplo comum de fenômeno periódico é o movimento de um objeto em movimento circular uniforme. Nesse caso, o período é o tempo necessário para que o objeto complete uma volta completa em seu movimento circular. Sousa (2023) afirma que o conceito é importante para entender fenômenos como o movimento harmônico simples, no qual um objeto oscila em torno de uma posição de equilíbrio com movimento periódico.

A frequência consiste no número de ocorrências por unidade de tempo. Refere-se normalmente a oscilações de alguma propriedade, está relacionado à taxa de repetição de um evento ou ciclo em um determinado intervalo de tempo. Em outras palavras, a frequência é uma medida da quantidade de vezes que um evento ocorre por unidade de tempo. A frequência é fundamental em diversas áreas da física, como óptica, eletrônica, acústica, mecânica quântica e ondulatória (NUSSENZVEIG, 2018).

A frequência consiste no número de ocorrências por unidade de tempo. Refere-se normalmente, a oscilações de alguma propriedade e está relacionado à taxa de repetição de um evento ou ciclo em um determinado intervalo de tempo. Dito de outra forma, a frequência é uma medida da quantidade de vezes que um evento ocorre por unidade de tempo. A frequência é fundamental em diversas áreas da física, como óptica, eletrônica, acústica, mecânica quântica e ondulatória, conforme NUSSENZVEIG (2018).

Portanto, esses conceitos estão interconectados e são fundamentais para a compreensão de fenômenos oscilatórios, como o movimento do pêndulo. Eles desempenham um papel crucial em diversos campos da física, como óptica, acústica, eletrônica e até mesmo na medição do tempo. O estudo desses conceitos permite uma compreensão mais profunda das propriedades do movimento periódico e suas aplicações em diferentes áreas científicas e tecnológicas.

COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Esse trabalho aborda um experimento, pêndulo simples, com manipulações de variáveis, a fim de verificar a existência de habilidades hipotético-dedutivas, onde para isso foi realizada uma pesquisa qualitativa. Sampieri (2013) ressalta que o foco da pesquisa qualitativa é compreender e

aprofundar conhecimentos sobre fenômenos, que são explorados a partir da perspectiva dos participantes em um ambiente natural e em relação ao contexto.

O enfoque qualitativo é selecionado quando buscamos compreender a perspectiva dos participantes (indivíduos ou grupos pequenos de pessoas que serão pesquisadas) sobre os fenômenos que os rodeiam, aprofundar em suas experiências, pontos de vista, opiniões e significados, isto é, a forma como os participantes percebem subjetivamente sua realidade (SAMPIERI; COLLADO & LUCIO, 2013, p. 376).

Além disso, o Raciocínio hipotético-dedutivo enfatiza que uma teoria científica é fruto do teste de hipóteses. Conforme Carvalho (2009), o método hipotético-dedutivo é o raciocínio usado na descrição da natureza. Esse método tem por finalidade gerar e testar hipóteses, e concluir formulando teorias parciais ou permanentes.

Esse estudo foi conduzido na Universidade do Estado do Amazonas - UEA, especificamente no Centro de Estudos Superiores de Tefé - CEST, localizado a 523 km da capital Manaus, no Estado do Amazonas. O público-alvo da pesquisa foram os estudantes matriculados no curso de Licenciatura em Física, pertencentes a diferentes períodos acadêmicos (5º, 7º e 9º)

Essa investigação envolveu a participação de 15 acadêmicos do curso de licenciatura em física. A cada um deles foi apresentado individualmente o experimento do pêndulo simples, que consistia na construção do pêndulo simples, a partir da manipulação de duas variáveis, massa e comprimento, onde foram disponibilizados três massas diferentes e três comprimentos de barbante de comprimento diferentes. Acompanhando o experimento, um questionário de múltipla escolha foi fornecido aos estudantes para que eles pudessem assinalar suas respostas sobre quais variáveis influenciavam a frequência do pêndulo.

Cada participante teve um tempo limitado de 10 minutos, para formular hipóteses, testá-las e responder ao questionário. Essa abordagem permitiu que os acadêmicos explorassem ativamente as relações entre as variáveis do experimento, aplicando seu raciocínio hipotético-dedutivo e fornecendo respostas fundamentadas com base em suas observações. O acompanhamento direto da autora da atividade também garantiu que qualquer ambiguidade seria esclarecida, contribuindo para a consistência e a qualidade dos resultados obtidos.

Imagem 01: Aparato experimental montado.



Fonte: Acervo próprio

Em relação à montagem do experimento, foi utilizado o emprego de bolinhas de isopor. Inicialmente, três bolinhas foram selecionadas, com diâmetros diferentes. Posteriormente, procedemos com a remoção de uma porção substancial do interior das bolinhas de isopor, visando criar uma cavidade interna. Essa ação teve como propósito proporcionar uma base sólida para a moldagem subsequente das esferas para o experimento.

Para a etapa seguinte, a parte interna das bolinhas foi revestida com a massa feita com durepoxi, um material conhecido por sua durabilidade e capacidade de aderência. A fim de reforçar ainda mais a estrutura, o interior foi preenchido com pequenos chumbinhos, proporcionando um contrapeso eficaz para estabilização. Este processo foi repetido em ambas as metades das bolinhas de isopor. Em seguida, as duas partes foram unidas utilizando a própria massa durepoxi, assegurando uma conexão sólida e estável.

Para a finalização do projeto, foram incorporados três ganchos de ferro. Esses ganchos desempenharam um papel crucial ao servir como suportes para o barbante que seria utilizado para suspender as bolinhas preparadas. Essa abordagem superou as limitações anteriores, alcançando resultados mais precisos e consistentes na construção das bolinhas de isopor preparadas para o experimento.

Espera-se que, ao aplicar o experimento, seja possível verificar a existência das habilidades de raciocínio hipotético-dedutivo dos participantes de acordo com seus conhecimentos físicos, ou seja, de acordo com sua formação em licenciatura em física. Dessa forma, espera-se também avaliar a atividade experimental através do questionário.

Foram coletados 15 questionários de múltipla escolha respondidos pelos acadêmicos do curso de Licenciatura em Física da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), no Centro de Estudos Superiores de Tefé (CEST), abrangendo os períodos (5º, 7º e 9º), conforme mostrado no

Gráfico 01. A partir das informações obtidas nos questionários, os resultados foram sintetizados em um gráfico que correlaciona as análises com as questões do questionário.

O questionário, Imagem 02, distribuído continha uma única indagação: "O que determina a frequência do pêndulo?"

Imagem 02: Questionário respondido, a) Êxito na resposta; b) Inexatidão na resposta.

a)

The image shows a questionnaire form from UEA (Universidade do Estado do Amazonas). The header includes the UEA logo and the text: "UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS-UEA", "LICENCIATURA PLENA EM FÍSICA", and "QUESTIONÁRIO - ESTUDANTES". Below this, it says "Prezados Estudantes," followed by a paragraph about the questionnaire's purpose: "Este questionário é parte integrante e fundamental de minha pesquisa de TCC em FÍSICA que trata o DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES HIPOTÉTICO-DEDUTIVAS A PARTIR DE MANIPULAÇÃO DE VARIÁVEIS. Desde já agradeço a sua colaboração." The author is identified as "Obrigado! FEMKE SILVA DAS NEVES". The question is "1. O que determina a frequência do pêndulo?". The options are: "Somente Comprimento" (with a checked radio button), "Massa", "Somente Massa", and "Comprimento e Massa".

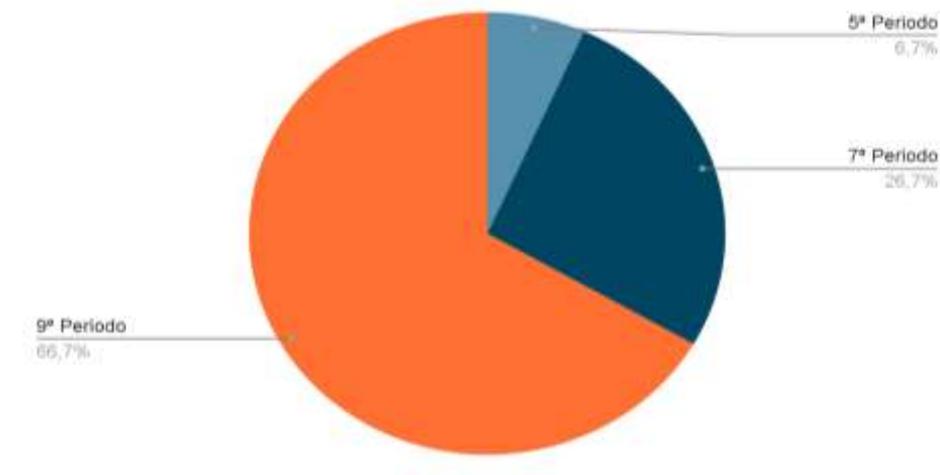
b)

The image shows the same questionnaire form as in (a). The question is "1. O que determina a frequência do pêndulo?". The options are: "Somente Comprimento", "Massa", "Somente Massa", and "Comprimento e Massa". In this case, the "Comprimento e Massa" option is selected with a checked radio button.

Fonte: Acervo próprio.

O Gráfico 01 retrata a distribuição dos participantes por período, representando o período que o acadêmico está cursando no momento da pesquisa. Observa-se que o maior número de participantes está no 9º período do curso de Licenciatura em Física, seguido pelo 7º período, e a menor parcela de acadêmicos está cursando o 5º período. Vale ressaltar que esta pesquisa científica está sendo realizada no primeiro semestre do ano de 2023, abrangendo os períodos ímpares (3º, 5º, 7º e 9º).

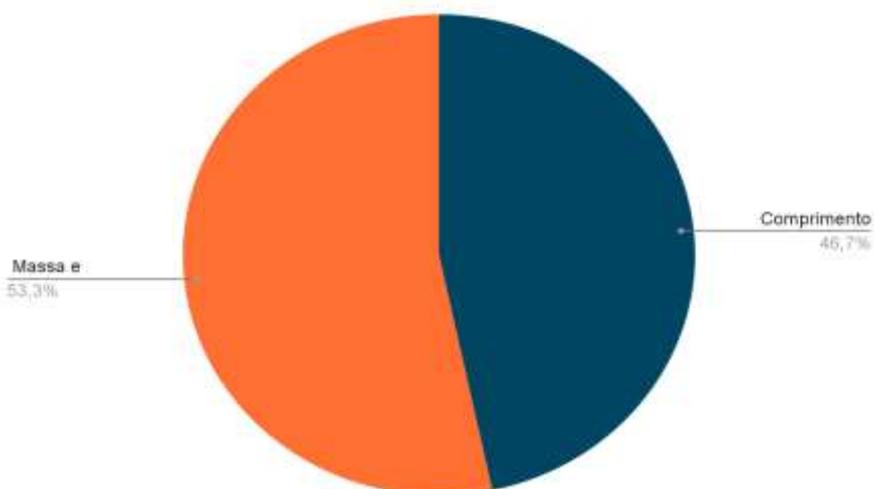
Gráfico 01: Distribuição de participantes por período.



Fonte: Acervo próprio

O Gráfico 02 retrata a distribuição da escolha dos participantes entre as três opções fornecidas: aqueles que acreditavam que somente o comprimento contribuía para a frequência do pêndulo; aqueles que acreditavam que somente a massa contribuía; e aqueles que acreditavam que tanto a massa quanto o comprimento contribuía para a frequência do pêndulo. Os alunos conduziram o experimento conforme as diretrizes estabelecidas.

Gráfico 02: Distribuição de respostas do questionário.



Fonte: Acervo próprio.

No Gráfico 02, observamos que, dentro do conjunto de 15 participantes, apenas 46,7% deles conseguiram responder corretamente, utilizando seu conhecimento físico e raciocínio hipotético-dedutivo. Por outro lado, 53,3% não conseguiram encontrar a correspondência entre a frequência do

pêndulo e seu comprimento, ou seja, mais da metade dos participantes. Os resultados revelam que a maioria dos participantes optou pela opção que afirmava que tanto a massa quanto o comprimento influenciavam na frequência do pêndulo. No entanto, essa conclusão contradiz os conceitos fundamentais da Física e a definição de frequência do pêndulo, que é influenciada unicamente pelo comprimento do pêndulo, ou seja, não depende da massa.

Esse resultado é corroborado por Lizardi e Kalhil (2011) que encontraram resultado similar, aplicando esse experimento com professores

O que esses resultados sugerem é que ter formação em ciências e experiência no ensino de ciências permite abordar a resolução de um problema de forma mais hipotético-dedutiva. Observou-se que a maioria dos professores que chegaram à solução correta tinha uma abordagem sistemática na manipulação das variáveis (ou seja, comprimento e massa), faziam anotações para acompanhar a combinação das variáveis, faziam previsões e retestavam suas previsões antes de indicar que sabiam a resposta (Lizardi e Kalhil, 2011, p. 151).

Essa abordagem envolveu os alunos em um processo de descoberta e reflexão, incentivando-os a pensar criticamente sobre as relações entre massa, comprimento e frequência de um pêndulo. No entanto, o resultado obtido, em que a maioria dos participantes acreditava que tanto a massa quanto o comprimento afetam a frequência do pêndulo, contrariando os conceitos estabelecidos na física, ilustra uma questão central no construtivismo.

Embora seja valioso permitir que os alunos construam seu próprio conhecimento, é fundamental que esse processo seja acompanhado de orientação. O papel do educador é mediar o aprendizado, incentivando a exploração, mas também questionando, analisando e ajudando os alunos a reconciliarem suas conclusões com os princípios científicos. Esta abordagem não só oferece uma oportunidade de aprendizado para os alunos, mas também para os educadores, que podem compreender melhor as percepções errôneas e desenvolver estratégias para orientar a compreensão correta.

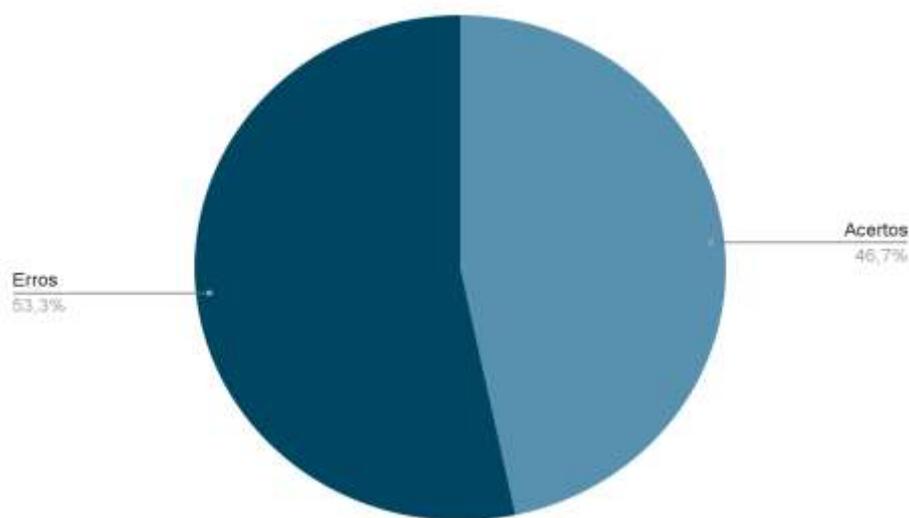
Neste sentido, o desenvolvimento de habilidades hipotético-dedutivas envolve a formulação de hipóteses baseadas em princípios científicos estabelecidos e, em seguida, a realização de experimentos ou observações para testar essas hipóteses. Isso permite que os alunos conectem suas experiências práticas com o conhecimento teórico, verificando suas suposições à luz das teorias já aceitas. Essa abordagem auxilia na correção de interpretações equivocadas e na construção de uma compreensão mais precisa dos fenômenos.

Ademais, de acordo com a grade de disciplinas do curso de Licenciatura em Física na UEA, o referido experimento é trabalhado no terceiro semestre na disciplina de Laboratório de Física II. Portanto, é razoável supor que os alunos já tenham recebido um embasamento teórico

anteriormente. Nesse contexto, mesmo após estudarem o conteúdo pertinente, chegaram a conclusões que contrariam os princípios físicos estabelecidos. Após terem recebido informações sobre a relação entre a frequência de um pêndulo e seu comprimento, era esperado que os alunos tivessem compreendido que a massa não afeta essa frequência quando o comprimento permanece constante. O fato de a maioria dos alunos acreditar que ambos os fatores influenciam a frequência pode indicar uma falha na assimilação ou aplicação desses conceitos.

O Gráfico 03 mostra a porcentagem de erros e acertos em relação à única pergunta feita. É perceptível que houve um número maior de erros do que de acertos, embora as respostas estejam bem próximas. No entanto, de acordo com o grau de formação dos participantes, todos deveriam saber que o período de um pêndulo depende apenas do comprimento, e não da massa. O gráfico demonstra claramente que, mesmo após os alunos realizarem o experimento, eles não detêm o raciocínio necessário para executar o Método Hipotético-Dedutivo, o que se mostra insuficiente para aguçar os conhecimentos prévios dos alunos a ponto de alcançarem êxito na solução do problema do pêndulo.

Gráfico 03: Distribuição de Erros e Acertos.



Fonte: Acervo próprio.

Portanto, enquanto a abordagem construtivista é valiosa, é fundamental equilibrá-la com a estrutura lógica do método científico, que inclui a formulação de hipóteses, a realização de experimentos e a análise dos resultados à luz da teoria. Isso pode ser alcançado por meio de orientações adequadas dos educadores, incentivando os alunos a incorporarem uma abordagem dedutiva em suas explorações e conclusões. A combinação desses dois aspectos pode enriquecer

significativamente o processo de aprendizado, permitindo que os alunos desenvolvam uma compreensão mais sólida e alinhada com os princípios científicos.

No Quadro 01, apresentamos o raciocínio dos sujeitos dessa pesquisa, ficando evidente que os participantes que não obtiveram sucesso na questão, predominantemente constituindo um grupo de 8 alunos, empregaram um raciocínio hipotético-dedutivo baseado na hipótese de que a massa está diretamente relacionada à frequência de oscilação do pêndulo, mesmo após o teste dessa hipótese a partir da manipulação das variáveis do experimento. Esse raciocínio está em desacordo com o conceito físico estabelecido.

Quadro 01: Raciocínio dos participantes.

Participante 01	Na minha percepção, tanto a massa como o comprimento influenciam na determinação do pêndulo.
Participante 02	Eu acho que os dois influenciam, porque ao manusear o experimento com as massas em cada comprimento proposto, a oscilação não muda.
Participante 03	Acredito que só o comprimento influencia, porque de acordo com o experimento, quanto maior o comprimento menor é a oscilação.
Participante 04	Eu acho que os dois influenciam, não vi diferença na oscilação, quando troquei a massa no experimento.
Participante 05	Só o comprimento, porque quanto menor o comprimento do barbante mais rápido é a oscilação, independente da massa.
Participante 06	Eu acho que os dois influenciam, porque de acordo com minha observação no experimento, a massa é proporcional ao comprimento do barbante.
Participante 07	Eu acho que são os dois, não vi tanta diferença na oscilação quando soltei a mesma massa com o barbante de comprimento diferente.
Participante 08	Pelo que eu vi os dois irão influenciar, porque ao manusear o experimento, com todas as massas em cada um dos barbantes, e cronometrado a oscilação, eu percebi que quanto maior o comprimento a oscilação vai diminuindo.
Participante 09	Só o comprimento, porque eu coloquei a mesma massa em apenas dois comprimentos diferentes e percebi que a oscilação não é a mesma, o comprimento menor oscila mais rápido.
Participante 10	Eu acho que só o comprimento, porque eu percebi no experimento que, quanto maior o comprimento, a velocidade

	da oscilação vai diminuindo.
Participante 11	Acho que os dois influenciam, porque ao soltar as três massas de uma vez com os comprimentos na ordem do menor para o maior, percebi que a massa é proporcional ao comprimento.
Participante 12	Pra mim, os dois influenciam, porque não vi muita diferença na oscilação quando soltei as três massas de uma vez.
Participante 13	Eu acho que os dois influenciam, porque o tempo de oscilação tem a ver tanto com a massa, quanto com o comprimento.
Participante 14	Somente o comprimento, porque quando eu soltei a massa com os três comprimentos diferentes eu percebi que com o comprimento maior a velocidade da oscilação diminui.
Participante 15	Só o comprimento, porque enquanto eu fazia o experimento, eu percebi que a mesma massa no menor comprimento de barbante sua oscilação era mais rápida.

Fonte: Acervo próprio.

Ao analisar o Quadro 01, torna-se evidente que os participantes que não obtiveram sucesso na questão, predominantemente constituindo um grupo de 8 alunos, empregaram um raciocínio hipotético-dedutivo baseado na hipótese de que a massa está diretamente relacionada à frequência de oscilação do pêndulo, mesmo após o teste dessa hipótese a partir da manipulação das variáveis do experimento, o que destoa do conceito físico estabelecido.

Evidencia-se também que os participantes que obtiveram sucesso na questão, formando um grupo constituído por 7 alunos, adotaram um raciocínio hipotético-dedutivo ao conjecturar que a alteração no comprimento do barbante resultaria em um aumento ou diminuição da velocidade de oscilação do pêndulo. Em outras palavras, testaram a hipótese e chegaram à conclusão de que a frequência depende apenas do comprimento.

Essas observações destacam a importância de uma orientação cuidadosa e da aplicação precisa dos conceitos físicos ao abordar problemas experimentais. A habilidade de desenvolver um raciocínio hipotético-dedutivo fundamentado nos princípios científicos é essencial para uma compreensão precisa e alinhada com as teorias estabelecidas. Portanto, um processo de ensino-aprendizagem eficaz requer não apenas a exploração criativa, mas também a aplicação criteriosa das bases teóricas para interpretar resultados de forma correta e coerente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência vivenciada durante este estudo ressalta a importância de diversos elementos no processo de ensino e aprendizagem, especialmente no contexto do desenvolvimento de habilidades hipotético-dedutivas aplicadas à ciência. Através da incorporação de atividades práticas que permitem aos alunos experimentar diretamente as relações entre variáveis, como no caso da relação entre massa e frequência de oscilação de um pêndulo simples, é possível criar uma compreensão mais profunda e intuitiva dos conceitos físicos.

Ao propor problemas experimentais variados, nos quais diferentes variáveis são exploradas e testadas, os alunos têm a oportunidade de desenvolver suas habilidades analíticas e hipotético-dedutivas em cenários diversos. Isso expande sua capacidade de resolver problemas, promovendo uma mentalidade crítica e orientada para a investigação. A conexão explícita entre as hipóteses testadas pelos alunos e os conceitos teóricos estabelecidos é fundamental para consolidar a compreensão de como os princípios científicos são aplicados na prática. Esse processo não só reforça a ligação entre a teoria e a aplicação, mas também permite que os alunos alinhem suas conclusões com o conhecimento já aceito no campo científico.

Em última análise, embora apenas uma minoria tenha obtido êxito na questão, essa abordagem facilita uma formação mais completa, capacitando os alunos não apenas como consumidores de conhecimento, mas como pensadores críticos. O uso do raciocínio hipotético-dedutivo, aliado à orientação apropriada e à aplicação precisa dos conceitos científicos, torna-se uma base sólida para a construção de habilidades e compreensão profundas na área científica.

REFERÊNCIAS

BARRERA KALHIL, J.; SÁNCHEZ LIZARDI, P. La enseñanza de la física y las habilidades hipotéticas deductivas. *Atenas*. 2015, 2(30), 123-132. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=478047206010>. Acesso em: 05 mar. 2024.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico**. São Paulo: Scipione. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/cp/n101/n101a08.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2024, 1998.

CUNHA, C. R.; VIDAL, L. Â.; SILVA, G. T.; PEREIRA, R. S.; SILVA, R. S. R.; TOKASHIKI, W. C. A viabilidade do uso do pêndulo simples como ferramenta no ensino de física do ensino médio para o cálculo da aceleração da gravidade local. *Ciência e Natura*, [S. l.], v. 42, p. e1, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/40673>. Acesso em: 5 mar. 2024.

ERMENTROUT, G. Bard. Revisão de Sincronização: A Ciência Emergente da Ordem Espontânea. **AVISOS DA AMS**, v. 51, n. 3, 2004. Disponível em: www.ams.org/notices/200403/fe-ermentrout.pdf. Acesso em: 05 mar. 2024.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C., & Baptista Lucio, P. (2018). **Metodología de la investigación** (Vol. 4, pp. 310-386). México: McGraw-Hill Interamericana.

INHELDER, B.; GARCÍA, R.; VONECHE, J.. **Jean Piaget. Epistemología genética y equilibración**. Fundamentos, 1981. INHELDER, B.; PIAGET, J. De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent. Paris: PUF, 1955-1958.

KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. A. Discussão das relações entre Matemática e Física no ensino de Relatividade Restrita: um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: ABRAPEC, 2009. Disponível em: www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/titulos.html. Acesso em: 05 mar. 2024.

LAGE, Eduardo. Pêndulo simples. **Rev. Ciência Elem.**, v. 6, n. 3, 2018. Disponível em: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2018/054/>. Acesso em: 05 mar. 2024.

LAWSON, Anton E. Allchin's shoehorn, or why science is hypothetico-deductive. **Science & Education**, v. 12, p. 331-337, 2003. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1024090727385>. Acesso em: 05 mar. 2024.

LAWSON, Anton E. How do humans acquire knowledge? And what does that imply about the nature of knowledge?. **Science & Education**, v. 9, p. 577-598, 2000. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008756715517>. Acesso em: 05 mar. 2024.

LAWSON, Anton. E. T. rex, the crater of doom, and the nature of scientific discovery. **Science & Education**, v. 13, p. 155-177, 2004. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/B:SCED.0000025564.15210.ab>. Acesso em: 05 mar. 2024.

LUCHESE, T. de C.; MERGEN, A.; ANDRIGHETTO, R.; ANDRIGHETTO, R. O pêndulo simples como mediador de conceitos e métodos no ensino de Física. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 4891–4908, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n1-352. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/6508>. Acesso em: 5 mar. 2024.

NACIONAIS, P. C. (1995). PCN. 1997a). **Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2024.

NUSSENZVEIG, H. M. (2018). **Curso de Física Básica: fluidos, oscilações e ondas, calor** (Vol. 2). Editora Blucher.

ROAZZI, A.; SOUZA, B. C. Cultura e desenvolvimento: reavaliando o problema do pêndulo. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 80, n. 196, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.24109/2176-6681.rbep.80i196.981>. Acesso em: 05 mar. 2024.

ROCHA, C J. T; MALHEIRO, J. M. S. Interações dialógicas na experimentação investigativa em um Clube de Ciências: proposição de instrumento de análise metacognitivo. **Revista Amazônia RECM**, v.14 (29), Especial Metacognição, v. 14, p. 193-207. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/5476>. Acesso em: 05 mar. 2024.

SOUSA, Priscila. Período - O que é, conceito, história e na física. **Revista Conceito De**. Disponível em: <https://conceito.de/periodo>. Acesso em: 05 mar. 2024.