

LABORATÓRIO DIDÁTICO DE FÍSICA I: UMA PROPOSTA INVESTIGATIVA E ARGUMENTATIVA SOBRE A LEI DE HOOKE ^[1]

Didactic Physics Laboratory I: an investigative and argumentative proposal about Hooke's Law

Marya Marlly Vieira Formiga [marya.formiga@aluno.uepb.edu.br]

Samira Arruda Vicente [arrudasamiraupeb@gmail.com]

Universidade Estadual da Paraíba

Departamento de Licenciatura em Física

R. Baraúnas, 351 – Universitário, Campina Grande, Paraíba, Brasil

Recebido em: 24/11/2024

Aceito em: 06/07/2025

Resumo

Aprimorar as habilidades de investigação e argumentação dos estudantes em temáticas associadas ao ensino da física é um desafio. Neste sentido, faz-se necessário explorar e investigar as diferentes estratégias de ensino disponíveis na literatura. Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta de ensino desenvolvida durante a monitoria da disciplina do Laboratório Didático de Física 1, na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), considerando a investigação e a argumentação dos estudantes em formação, utilizando como discussão conceitual a Lei de Hooke. A pesquisa utilizou de uma abordagem qualitativa, com análise de dados coletados por meio de atividades práticas e orais (gravadas). Dessa forma, podemos perceber que as dificuldades que os estudantes do ensino superior apresentaram ao propor explicações/argumentos sobre os fenômenos explorados estão muito próximos dos estudantes da educação básica.

Palavras-chave: Atividades investigativas; Argumentação; Lei de Hooke.

Abstract

The reality of classrooms in both Basic Education (BE) and Higher Education (HE) can be quite similar when investigating students' abilities to argue about a studied subject. In this sense, it is necessary to explore and investigate the different teaching strategies available in the literature. Therefore, the objective of this work is to present a teaching proposal developed during the monitoring of the Physics Laboratory 1 discipline at the State University of Paraíba (UEPB), considering the investigation and argumentation of pre-service teachers, using Hooke's Law as a conceptual discussion. The research employed a qualitative approach, with data analysis collected through practical and oral activities (recorded). Thus, we can perceive that the difficulties presented by higher education students when proposing explanations/arguments about the explored phenomena are very close to those of basic education students.

Keywords: Investigative activities; argumentation; Hooke's Law.

1. Introdução

Observam-se duas relações relevantes entre as experiências em sala de aula da Educação Básica (EB) e o Ensino Superior (ES), no que diz respeito às habilidades dos estudantes em investigar e argumentar sobre temáticas da física associadas a atividades experimentais. A primeira relaciona-se com a dificuldade que alguns professores possuem em apresentar discussões sobre os temas a serem estudados, o que acarreta a incompatibilidade entre o que se fala e o que se aprende, por professores e estudantes, respectivamente; a segunda, consiste no hábito dos estudantes estarem acostumados a abordagens baseadas em “repetições” e/ou “rotinas” sem levantamento de hipóteses e/ou reflexões, configurando apenas a aceitação do que o(a) professor(a) apresenta (MONEREO, 2007; TAVARES, 2003; LIRA, 2023; FRISON, 2016).

Neste sentido, faz-se necessário investigar e refletir sobre as diferentes estratégias de ensino e de aprendizagem para que possamos vislumbrar uma mudança em nossas salas de aula. Para alguns autores (SERÉ, et al, 2003; ALVES PINHO, 2002; ARRUDA; LABURÚ, 2006), um caminho possível continua sendo as atividades experimentais, no entanto, precisamos compreender as diferentes concepções que envolvem essas ações práticas.

Segundo Camillo e Mattos (2014), os professores, algumas vezes, não compreendem as intencionalidades pertinentes às atividades práticas em virtude de suas concepções científicas, enquanto os estudantes não compreendem a problemática do tema e importam-se apenas com o resultado, ou seja, se o fenômeno observado ocorreu ou não.

Para Hilga e Oliveira (2012), essas diferentes concepções exigem distintos papéis dos professores e dos estudantes em relação ao conhecimento e à experimentação. Conforme as autoras, é possível identificar três perfis de experimentação: i) ilustração da teoria, prática separada da teoria e estudantes como agentes passivos, modelo de transmissão e recepção de conhecimento; ii) descoberta individual, fruto de elaborações individuais e modelo da descoberta promovido pelo senso comum e pelo processo indutivo; e iii) introduzir os estudantes ao processo científico, por meio da apreciação de um método científico.

Nessa perspectiva, Moreira e Massoni (2009) discutem a necessidade do diálogo com os professores sobre as influências, contribuições e o processo de transformação de visões na ciência, bem como o impacto destas no ensino e na aprendizagem das ciências.

Portanto, partindo dessas reflexões, procuramos discutir e desenvolver ações nas salas de aula do Ensino Superior (ES), especificamente na disciplina de Laboratório Didático de Física I (LAB I). Para que os estudantes em formação pudessem explorar as diferentes estratégias de ensino e considerassem as distintas concepções associadas às atividades experimentais.

Dessa forma, o trabalho aqui desenvolvido busca responder ao questionamento: “Como repensar a experimentação do laboratório didático de física 1, de modo que os estudantes em formação possam refletir sobre o conhecimento a ser construído e reconsiderar o papel das atividades experimentais em sala de aula do ES e da EB?”.

2. Atividade Experimental no Ensino de Física: modalidade Investigativa e Argumentativa

A atividade experimental tem sido indicada como uma possível solução para enfrentar as dificuldades do ensino de física (SERÉ, et al, 2003; ALVES PINHO, 2002; ARRUDA; LABURÚ, 2005). Embora seu potencial seja consensual, encontramos na literatura divergências quanto ao significado e ao objetivo das atividades práticas em sala de aula. Elas podem ser apresentadas por alguns como meras verificações de leis e teorias; por outros, como ações que podem, de fato,

contribuir para que os estudantes reflitam sobre os fenômenos analisados, possibilitando uma reflexão crítica dos resultados (ARAUJO; ABIB, 2003).

Neste sentido, dentre as diferentes concepções/modalidades/enfoques sobre a experimentação em sala de aula, as atividades experimentais de caráter investigativo possuem pressupostos pertinentes aos objetivos que acreditamos ser relevantes para o ambiente acadêmico e/ou escolar: despertar a curiosidade dos estudantes a partir de resolução de problemas; promover o ato do fazer e compreender; propor oportunidades de construir relações entre variáveis; e contribuir para a reflexão crítica do que se estuda e do que se aprende.

Obviamente, **isso não quer dizer que tendo participado de uma etapa prática** de uma investigação, **a compreensão do fenômeno possa ser alcançada** e que a compreensão intelectual de um fenômeno torna-os aptos a manipular objetos e realizar ações: ainda que diretamente associados, construir as relações que permitam transitar nos dois **sentidos não é um processo automático e demanda reflexão** (SCARPA et al, 2017, p. 15, grife nosso)

Dessa forma, compreendemos que trabalhar com atividades investigativas em sala de aula deve ser um ato contínuo, permitindo que os estudantes tenham tempo para entender o processo a ser desenvolvido e para que possam treinar suas habilidades de questionar, refletir, avaliar, explorar e analisar.

Mas, em que consiste a investigação? Para Scarpa et al (2003), a investigação se aproxima muito das ações da própria forma de fazer ciência, aproximando as atividades científicas das atividades escolares. Partindo de um problema proposto, deve-se iniciar a busca por soluções, a investigação de variáveis, a elaboração e construção de explicações; o levantamentos de hipóteses; e discussão de possíveis soluções.

Para Sasseron (2015), a investigação está associada a atividades científicas que podem ser desenvolvidas através das ações de análise de dados, relação e contraposição de situações anômalas, e observação de parâmetros lógicos, objetivos e criativos, buscando por soluções e compreensão do fenômeno investigado.

O ensino por investigação extravasa o âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos conteúdos e temas, **podendo ser colocada em prática nas mais distintas aulas**, sob as mais diversas formas e para os diferentes conteúdos (SASSERON, 2015, p. 58, grife nosso).

As autoras ainda discutem sobre o papel do(a) professor(a) nesse processo de investigação. O(a) professor(a) cumpre a tarefa de gerir o espaço de debate, mantendo sua autoridade epistêmica, oferecendo e apontando novos questionamentos e caminhos para a investigação (SCARPA et al, 2003). A intenção do(a) professor(a) deve ser de possibilitar a ação ativa dos estudantes e permitir que a construção do conhecimento científico ocorra. Portanto, é fundamental que as pequenas ações dos estudantes sejam valorizadas: erros; imprecisões; manifestos; hipóteses etc. (SASSERON, 2015)

Considerando tais pressupostos, a abordagem investigativa espera que o estudante desenvolva um papel ativo, e, portanto, contribua por meio da argumentação. Segundo Sasseron (2015), a argumentação pode ser compreendida como a forma de comunicar o próprio conhecimento e suas ideias. Esta, por sua vez, pode ser por meio da oralidade e de registros gráficos, permitindo assim evidenciar a construção do conhecimento, ideias, conceitos e posicionamentos acerca de uma determinada discussão ou análise de fenômenos.

Para Scarpa et al (2017), a argumentação pode ser compreendida com o “cultivo do pensamento crítico (p. 17). Ou seja, o processo de argumentação ocorre devido à possibilidade de desenvolver debates que podem promover afirmativas e refutações a cerca de um determinado

assunto, consequentemente estimulando a reflexão crítica sobre a prática intensiva do embate de ideias e concepções.

Dessa forma, o trabalho aqui desenvolvido busca atender tais pressupostos de investigação e argumentação dentro de uma proposta de ensino na disciplina de Laboratório Didático de Física I, como resultado de uma pesquisa de monitoria. Portanto, visamos responder “Como repensar a experimentação do laboratório didático de física 1, de forma que os estudantes em formação possam refletir sobre o conhecimento a ser construído e repensar o papel das atividades experimentais em sala de aula do Ensino Superior e da Educação Básica?”.

3. Proposta de ensino investigativo e argumentativo: estudo da Lei de Hooke

A proposta de ensino está prevista para 02 (dois) encontros, organizados em 2h cada, totalizando quatro horas-aula. Tem como público-alvo estudantes do Ensino Superior da Licenciatura em Física, 2º período. No quadro 1, apresentaremos um resumo das atividades planejadas para cada aula, seguidos das descrições dos encontros.

Quadro 1: Ações metodológicas para a proposta investigativa- argumentativa

Nº de Encontros	Objetivo da Aula	Recurso Didático	Percurso Metodológico
Encontro 1 (2 horas-aula)	Discutir de forma investigativa e argumentativa o estudo da força elástica através de instrumentos disponíveis no laboratório didático de Física 1; Refletir sobre as relações de proporcionalidade entre as grandezas; Desenvolver medidas acerca do tema proposto e das grandezas envolvidas.	Dinamômetro; Haste metálica; Molas de diferentes tamanhos.	ETAPA 1 Problema 1: Considerando o instrumento distribuído, procure identificar: a) suas características; b) sua constituição c) possível funcionalidade; e e) possível aplicabilidade. Problema 2: Baseando nas informações já discutidas, busque correlacioná-las com grandezas físicas e suas respectivas unidades de medidas. Problema 3: Considerando toda a investigação desenvolvida acerca do instrumento, proponha relações de proporcionalidade entre as grandezas identificadas. Problema 4: Argumente sobre as relações de proporcionalidade e proponha um formalismo matemático que modele o fenômeno observado com o instrumento investigado. Problema 5: De acordo com as interpretações desenvolvidas nas questões 1 a 4, procure verificar experimentalmente tais reflexões. ETAPA 2 Atividade de verificação experimental com o conjunto CIDEPE sobre o fenômeno investigado e as grandezas identificadas.
Encontro 2 (2 horas-aula)	Discutir de forma investigativa e argumentativa o estudo da força elástica através de materiais de baixo custo, destinados à educação básica.		ETAPA 1 Construir um protótipo que leve ao estudo da Lei de Hooke, utilizando materiais de baixo custo. ETAPA 2 Desenvolver problemas/perguntas partindo da investigação dos protótipos construídos, levando a discussão sobre o tipo de material utilizado, grandezas envolvidas e formalismos matemático que atende ao fenômeno, destinado a investigação para a EB.

Fonte: autoras

4. Análise e Discussões

O desenvolvimento da proposta aconteceu em dois encontros, sendo o primeiro destinado a discussão investigativa e argumentativa utilizando os materiais (kit experimental CIDEPE¹) da Universidade; e o segundo encontro, destinado a evidenciar que atividades experimentais de caráter investigativo e argumentativo podem ser trabalhadas em sala de aula da educação básica com materiais de baixo custo.

Dessa forma, o encontro 1 ficou dividido em duas etapas. A primeira etapa se destinou a investigar um instrumento (o dinamômetro), através dos problemas 1 a 5. Os estudantes foram organizados em três grupos, devendo chegar a um consenso de respostas a serem apresentadas. Tendo sido coletado as seguintes respostas dos grupos: (problema 1 - descrição): i) característica do instrumento - possui um regulador e possui uma mola dentro (grupo A); possui uma chave para alterar o tamanho e contém uma mola ajustável (grupo B e C); ii) constituição do instrumento - metal e tem forma de cone (grupo A); aço e tem forma cilíndrica (grupo B); metal e tem forma de tubo (grupo C); iii) função do instrumento - medir tensões (grupo B); medir forças (grupo A, B, C); medir pesos diferentes (grupo B e C); iv) aplicabilidade do instrumento - funciona como uma balança de medir crianças (grupo B); funciona para medir coisas a serem penduradas (grupo B, C).

O problema 2, relacionado as grandezas/unidades de medidas, presentes na investigação do instrumento, possibilitaram as repostas a seguir: força (N) , massa (Kg), peso (N) (grupo A); força (N) , massa (Kg), peso (N), deslocamento (m) (grupo B); força (N) , massa (Kg), peso (N), aceleração gravitacional (m/s^2), deslocamento (m) (grupo C).

Sobre o problema 3, sobre as relações de proporcionalidades, obtemos as respostas: i) força é proporcional a aceleração (grupo A); ii) peso é proporcional a massa e ao deslocamento (grupo B); iii) peso é proporcional a aceleração gravitacional, massa e ao deslocamento (grupo C); iv) massa é inversamente proporcional a aceleração da gravidade (grupo C).

Quanto ao problema 4, destinado a investigar a compreensão sobre formalismo matemático dos estudantes, obtemos: i) $F = m \cdot a$ (grupo A); $P = m \cdot g$ (grupo B e C). Por fim, sobre o problema 5, para testar as hipóteses dos estudantes relacionando a teoria e a prática, coletamos das respostas a seguir: i) um objeto ao ser pendurado no gancho gera um deslocamento por causa da gravidade (grupo C); ii) Se soubermos o valor da massa do objeto, podemos determinar o seu peso (Grupo A, B, C); iii) A força do objeto é capaz de fazer a mola de dentro do tubo deslocar-se (grupo B).

Verificamos que os estudantes responderam aos problemas 1 e 2 de forma fluida, buscando descrever o que de fato observaram e o que já conheciam sobre o fenômeno. No entanto, nos problemas 3 a 5, identificamos algumas dificuldades: i) compreensão conceitual, dificuldade em estabelecer a relação de proporcionalidade entre grandezas físicas e a correlação entre prática e teoria; ii) identificação de variáveis, desafio em identificar grandeza(s) físicas variável (is) e/ou constante (s) ; iii) interpretação da relevância da posição do instrumento, todos os estudantes optaram por avliar o instrumento apenas na vertical, desconsiderando as posições horizontal e diagonal; iv) associação inadequada, tendência a associar o efeito à aceleração gravitacional de forma conveniente para sustentar a argumentação; e v) conexão teoria – prática, fragilidade na aproximação entre os conceitos teóricos e a prática desenvolvida.

As dificuldades observadas nos estudantes do ensino superior podem ser aproximadas às apresentadas por aqueles da educação básica. Embora ambos consigam desenvolver atividades

¹ Dinamômetro tubular e Conjunto Lei de Hooke e MHS – Centro Industrial de Equipamentos de Ensino e Pesquisa (CIDEPE)

práticas e as considerem importantes, eles frequentemente se perdem ao argumentar sobre suas escolhas, decisões e hipóteses, o que revela uma lacuna significativa entre a teoria e a prática.

Acreditamos que uma maneira eficaz de diminuir essa distância é por meio do desenvolvimento contínuo e consistente de discussões de natureza investigativa, como as propostas neste trabalho. Nosso objetivo é que os estudantes trabalhem ativamente com levantamento de hipóteses, reflexões, análises e argumentações, para que possam perceber a relação intrínseca entre a prática e teoria, e compreender suas limitações no fazer científico.

Para contornar as dificuldades, a monitora buscou rediscutir as respostas dos estudantes. O objetivo era levá-los a refletir sobre as relações de proporcionalidade e os efeitos observados na experimentação, a fim de construir uma relação matemática que sustentasse o fenômeno. Na lousa, a monitora organizou as respostas dos grupos quanto às relações de proporcionalidade entre as grandezas e, então, conduziu a construção do formalismo matemático, articulando as três respostas apresentadas.

Este foi o momento mais desafiador, pois era crucial não ignorar as respostas dos estudantes, mas sim explorar o significado e a origem de cada uma delas – se foram induzidas por conhecimentos prévios ou construídas com base na própria experimentação. Uma barreira adicional encontrada foi a dificuldade dos estudantes em assimilar que a mola pode ter um valor constante (K – coeficiente elástico da mola), mesmo que a força e o deslocamento mudem, uma vez que a constante elástica é uma propriedade intrínseca de estruturas elásticas.

A segunda etapa desse encontro consistiu em desenvolver uma atividade de verificação, considerando o formalismo matemático (Lei de Hooke²) discutido e a verificação sobre as relações de proporcionalidade entre as grandezas, através de medições e coletas de dados, utilizando o conjunto CIDEPE, como podemos verificar no Quadro 2.

Quadro 2: Atividade de Verificação Experimental baseado no formalismo matemático constituído.

Usando o instrumento estudado (dinamômetro) procure verificar se as interpretações sobre as grandezas físicas e suas relações de proporcionalidade corroboram as ações experimentais:			
a) Siga as instruções do guia de montagem ³ e identifique os dados a serem coletados;			
Massa (Kg)	Força (N)	Posição/Deformação(m) (medido)	Constante Elástica (N/m) (Calculado)
$M_1 = 20,0\text{ g}$	$F_1 = 1\text{ N}$	$X_1 =$	$K_1 =$
$M_2 = 22,0\text{ g}$	$F_2 = 2\text{ N}$	$X_2 =$	$K_2 =$
$M_3 = 29,0\text{ g}$	$F_3 = 5\text{ N}$	$X_3 =$	$K_3 =$
$M_4 = 52,0\text{ g}$	$F_4 = 10\text{ N}$	$X_4 =$	$K_4 =$
b) Procure discutir as relações de proporcionalidade das grandezas força, deformação e constante elástica e os dados obtidos.			

Fonte: autoras

No encontro 2, dividimos a aula em suas etapas. Na primeira etapa, partimos da discussão do encontro 1 sobre a Lei de Hooke e solicitamos que os estudantes escolhessem alguns materiais (Figura 1) que pudessem levar a discussão do fenômeno em estudo. Com o resultado dessa investigação, obtemos alguns protótipos (Figura 2a, 2b, 2c).

² A monitora conduziu o formalismo matemático, dado que os estudantes não conseguiram se aproximar do esperado.

³ Esse guia pode ser o que vem disponível nos kits da CIDEPE ou um montado pelo professor de acordo com a sua demanda e necessidade. No nosso caso, a monitora adaptou o modelo CIDEPE.

Figura 1: Materiais disponíveis para a escolha do protótipo e recriação do fenômeno estudado.

Fonte: autoras

Os protótipos desenvolvidos pelos dos estudantes aproximaram-se dos instrumentos disponíveis nos laboratórios de física 1 da universidade. Cada protótipo refletiu um objetivo de estudo específico: o protótipo A explorou inicialmente os dinamômetros, focando na distensão da mola; os protótipos B e C reproduziram instrumentos que consideravam a distensão da mola por meio da variação da massa, incorporando para isso um recipiente. O protótipo B considerou utilizar a régua em centímetros para a medição do deslocamento da mola, enquanto o C considerou medidas arbitrárias.

Figura 2a: Protótipo A**Figura 2b:** Protótipo B**Figura 2c:** Protótipo C

Fonte: autoras

A montagem dos protótipos revelou uma notável uniformidade na escolha dos materiais por parte dos grupos. Por exemplo, todos optaram por molas metálicas de caderno, mesmo havendo disponíveis molas de caderno de plástico em diversos tamanhos e molas de resistência de chuveiro elétrico. Além disso, os grupos B e C escolheram garrafas PET como suporte para as massas, embora saquinhos de plástico e de tecido estivessem acessíveis. Para as massas, foram utilizadas predominantemente bolinhas de gude, apesar da disponibilidade de moedas, arruelas de zinco e pedras.

Acreditamos que essas escolhas se devem à familiaridade dos objetos, provavelmente utilizados em atividades experimentais anteriores. Os estudantes demonstraram uma preferência por empregar o que já lhes era conhecido, em vez de arriscar-se em novas abordagens. Essa observação aponta para uma deficiência no senso de investigação e curiosidade, um comportamento que, neste contexto, difere do que geralmente se observa na educação básica. Em ambientes de ensino médio, a variedade de protótipos tende a ser maior, dado que os estudantes não estão tão condicionados por experiências prévias.

Na segunda etapa, utilizando os protótipos como base, propusemos que os estudantes elaborassem problemas para os estudantes da educação básica. Esses problemas deveriam estimular

ar reflexão sobre a distensão da mola, força e constante da mola, e os estudantes deveriam também prever as possíveis respostas. Os problemas elaborados pelos grupos mantiveram o perfil das perguntas que eles próprios responderam anteriormente em sala, abordando os seguintes aspectos:

i) descrição do objeto – “Descreva os instrumentos quanto a sua forma e geometria”; “Descreva o formato do instrumento e os materiais que estão contidos em cada um deles, tanto externo como internamente”; “Quais são as diferenças e semelhanças entre os instrumentos e é possível associar algo notável do cotidiano?”.

ii) quanto a sua funcionalidade – “De que maneira ele pode ser utilizado?”; “Você consegue prever para que ele serve?”; “Apresente hipótese de sua funcionalidade”.

iii) quanto as grandezas físicas identificadas – “Tendo como base o item 1, você consegue identificar mais características dos instrumentos como grandezas físicas?”; “Você reconhece alguma grande física neste instrumento?”; “Baseado no estudo das grandezas físicas, procure identificar algumas”.

iv) quanto ao formalismo matemático – “Com base nas análises anteriores, você conseguiria propor um formalismo matemático para o fenômeno que o instrumento descreve?”; “Com base nas grandezas físicas identificadas, apresente um formalismo matemático possível”; “Com base nas grandezas físicas e no experimento, apresente uma fórmula para justificar seu funcionamento”.

Considerando as respostas dos estudantes nesta etapa, observamos algumas dificuldades significativas, tais como: a) previsão de respostas, não conseguem prever possíveis respostas, seja pela falta de experiência, seja pela falta de compreensão do assunto; b) progressão dos problemas, não percebem que as perguntas/problemas com algo crescente, mas as desenvolvem de forma redundante; c) relação de proporcionalidade, possuem dúvidas sobre as relações de proporcionalidades e, portanto, não se sentiam à vontade para elaborar problemas; d) exploração de materiais, não exploraram as diversas possibilidades de materiais; todos optaram por escolher um tipo de mola, justamente a mais semelhante com a do kit CIDEPE, sendo que tínhamos outros tipos de molas e elásticos; e) reflexão sobre o protótipo, optaram por colocar como massa as bolinhas de gude, gerando uma deformação grande nas molas e ao invés de moedas e/ou arruelas de zinco.

Considerações

A partir das reflexões apresentadas neste artigo, reitera-se a existência de semelhanças notáveis entre a realidade do ensino superior e da educação básica. Tais similaridades manifestam-se na dificuldade de alguns professores em promover discussões aprofundadas sobre os temas, resultando em uma incompatibilidade entre o que é ensinado e o que é efetivamente aprendido, tanto por docentes quanto por estudantes, respectivamente. Soma-se a isso o hábito dos estudantes de se submeterem a abordagens baseadas em meras 'repetições' ou 'rotinas', sem o estímulo ao levantamento de hipóteses ou à reflexão, o que configura a simples aceitação do conteúdo apresentado pelo(a) professor(a).

Durante a monitoria, a estudante/pesquisadora encontrou desafios a serem enfrentados, desde a etapa de planejamento a execução, podendo elencar algumas dificuldades: elaborar perguntas sem expor o conteúdo objeto de estudo; desenvolver um guia experimental não roteirizado; refletir sobre os objetos a serem oferecidos aos estudantes de forma a conduzir os objetivos da aula; considerar as argumentações e hipóteses dos estudantes de maneira a construir o conceito, tentando não ser redundante, mas avançando na discussão; e considerar as hipóteses dos estudantes, por mais distantes que fossem no objetivo da aula e as conduzir aos objetivos estabelecidos.

Compreende-se, portanto, que esta proposta não foi e nem é suficiente para tornar os sujeitos envolvidos plenamente aptos ao processo complexo de investigação e argumentação. No entanto, acreditamos firmemente que é possível introduzir discussões dessa natureza nas salas de aula, tanto do ensino superior quanto da educação básica. É fundamental considerar e respeitar o processo de

adaptação dos estudantes em relação ao ato de refletir sobre os fenômenos estudados e questionar os resultados coletados.

Portanto, acreditamos que a implementação da abordagem investigativa e argumentativa nas salas de aula, tanto da Educação Básica quanto do Ensino Superior, é viável e crucial. Tal abordagem visa não apenas construir o conhecimento científico, mas também desenvolver gradualmente o pensamento crítico e reflexivo em estudantes e professores. Para estes últimos, uma formação continuada baseada na epistemologia da ciência é indispensável, permitindo que compreendam como suas próprias concepções sobre ciência podem impactar e influenciar o ensino das ciências.

5. Referências

- Arruda, S. M.; Laburú, C. E (2005). Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. In: NARDI, R. Questões atuais no Ensino de Ciências. São Paulo: Escrituras, 2005.
- Araujo, M. S. T; Abib, M. L. V. dos S (2003); Atividades experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física. Editora UFPR, v.25, n. 2, 176-195. Acesso em 15 de set, 2024, <https://www.scielo.br/j/rbef/a/PLkjm3N5KjnXKgDsXw5Dy4R/?format=pdf&lang=pt>
- Camillo, J; & Mattos, C. R. A. (2014). A experimentação no ensino de ciências: reflexões a partir da Teoria da Atividade. In: Magalhães Junior, et al. Ensino de ciências: múltiplas perspectivas, diferentes olhares. Curitiba: CRV, p. 123-154.
- Coelho, S. M; Nunes, A. D; Sere, M. G (2003); O papel da experimentação no Ensino de Física. Cad. Bras.Ens. Fís., v. 20, n.1: 30-42. Acesso em 15 de set, 2024, <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9897>
- Frison, L. M. B. Monitoria: uma modalidade de ensino que potencializa a aprendizagem colaborativa e autorregulada. Pro-Posições, v. 27, n. 1, jan/abr, p. 133-153, 2016. Acesso em 15 de set, 2024, <https://doi.org/10.1590/0103-7307201607908>
- Hilga, I; Oliveira, O. B. (2012). A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. Educar em Revista, Curitiba, Brasil, n. 44, p. 75-92, abr/jun.2012. Editora UFPR. Acesso em 15 set, 2024, <https://doi.org/10.1590/S0104-40602012000200006>
- Lira, L. A. R. (2023). Uma abordagem histórica sobre os esforços da política e gestão na formação de professores de matemática e ciências no Brasil. Latin American Journal of Development, Curitiba, v. 5, n. 1, p.155-167. Acesso em 15 set, 2024, <https://doi.org/10.46814/lajdv5n1-010>
- Massoni, N. T; Moreira, M. A (2009). Subsídios epistemológicos para o professor pesquisador em ensino de ciências. Epistemologias do século XX. Porto Alegre, 1-58. Acesso em 15 set, 2024 <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios8.pdf>
- Monereo, C. (2007). Aprender entre iguais e com iguais. In D. Duran, & V. Vidal (Orgs.), Tutoria: aprendizagem entre iguais. Porto Alegre: Artmed.
- Pinho Alves. J (2002). Atividade Experimental: uma alternativa na concepção construtivista. In: VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. São Paulo: SBF, 2002.

Sasseron, L. H (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. n. 2015, 49-67, Tradução. Acesso em 15 set, 2024, <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>

Scarpa, D. L; Sasseron, L. H; Silva, M. B. (2017). O ensino por Investigação e a Argumentação em Aulas de Ciências Naturais. *Tópicos Educacionais*, Recife, v. 23, n. 1, jan/jun, p. 7-27. Acesso em 15 set, 2024, <https://periodicos.ufpe.br/revistas/topicoseducacionais/>

Tavares, J. (2003). *Formação e inovação no Ensino Superior*. Porto: Porto Editora.