

Atividades experimentais no ensino de Física: uma pesquisa com estudantes da disciplina de Física Experimental I em uma instituição federal no Ceará

Experimental activities in Physics teaching: a study with students of the experimental physics i course at a federal institution in Ceará

Antônio Nunes De Oliveira

Artur Araújo Cavalcante

Michele Maria Paulino Carneiro

Auzuir Ripardo de Alexandria

José Wally Mendonça Menezes

RESUMO

O uso eficaz de experimentos durante as aulas de Física é reconhecido por pesquisadores como um impulsionador motivacional para atrair jovens para carreiras científicas. Este estudo teve como objetivo analisar a incorporação de atividades experimentais em um curso de Licenciatura em Física em um Instituto Federal. Para alcançar esse objetivo, foi adotada uma abordagem qualitativa, que envolveu o uso de um questionário semiestruturado para avaliar a percepção dos estudantes matriculados na disciplina de Física Experimental I do referido curso. Os resultados destacam que, mesmo em instituições federais com laboratórios disponíveis, estes são subutilizados, essencialmente limitados às disciplinas de Física Experimental. Observou-se que estudantes que atuam na educação básica assumem a responsabilidade financeira ao implementar atividades experimentais para seus alunos, utilizando seus próprios salários para adquirir materiais. Com o intuito de promover práticas experimentais no ensino de Física, este trabalho propõe uma atividade com materiais de baixo custo. A atividade experimental sugerida visa incentivar a utilização mais ampla de laboratórios e facilitar a implementação de atividades experimentais, mesmo em contextos financeiramente desafiadores.

Palavras-chave: Física experimental. Atividades experimentais. Ensino de Física. Experimento de baixo custo.

ABSTRACT

The effective use of experiments during Physics classes is recognized by researchers as a motivational driver to attract young people to scientific careers. This study aimed to analyze the incorporation of experimental activities in a Physics Teaching course at a Federal Institute. To achieve this goal, a qualitative approach was adopted, involving the use of a semi-structured questionnaire to assess the perception of students enrolled in the Experimental Physics I discipline of the mentioned course. The results highlight that, even in federal institutions with available laboratories, these are underutilized, mainly limited to Experimental Physics courses. It was observed that students involved in basic education take financial responsibility for implementing experimental activities for their students, using their own salaries to acquire materials. To promote experimental practices in physics teaching, this work proposes an activity with low-cost materials. The suggested experimental activity aims to encourage wider use of laboratories and to facilitate the implementation of experimental activities, even in financially challenging contexts.

Keywords: Experimental physics. Experimental activities. Physics teaching. Low-cost experiment.

INTRODUÇÃO

Oliveira, Andrade e Siqueira (2018) sustentam que as atividades experimentais consistem numa das estratégias capazes de motivar os alunos a estudar Física, pois os auxiliam no desenvolvimento das formas de percepção qualitativa (capacidade de reconhecer e interpretar qualidades ou propriedades dos fenômenos físicos) e quantitativa (habilidade de compreender e manipular dados numéricos associados aos fenômenos físicos) à medida que os motivam instigando sua curiosidade e participação em atividades colaborativas. Segundo os autores, “Para além disso, a possibilidade de propor hipóteses e de verificá-las ou refutá-las diretamente suscita neles [estudantes] proatividade e autonomia de pensamento” (Oliveira; Andrade; Siqueira, 2018, p. 133).

Oliveira e Menezes (2023), ao investigarem as motivações de grandes físicos nacionais para a escolha e permanência na carreira científica, verificaram que os experimentos científicos se apresentam como uma das principais atividades ou ações capazes de despertar nos jovens o desejo por trilhar a carreira científica.

Segundo Araújo e Abib (2003), propostas para a superação das dificuldades que vêm afetando o sistema de ensino indicam a orientação de uma educação voltada à participação plena dos indivíduos. Nesse sentido, o uso da experimentação em sala de aula contribui para que os alunos compreendam a natureza da ciência e da atividade científica, algo fundamental para a formação plena do cidadão.

Conforme constataram Araújo e Abib (2003), as atividades experimentais no ensino podem surgir com diferentes finalidades: a) atividades de demonstração/observação – possibilitam ao professor, por meio de experimentos, ilustrar alguns aspectos dos fenômenos de forma a torná-los perceptíveis aos estudantes; b) atividades de verificação – permitem verificar a validade de uma lei física, por exemplo, ou mesmo compreender seus limites de validade; c) atividades de investigação – possibilitando aos alunos testarem hipóteses por meio da observação e descrição dos fenômenos em estudo. É possível até mesmo a reelaboração de explicações causais, algo que facilita a reflexão e progresso intelectual dos estudantes.

Como colocado anteriormente, as atividades experimentais têm diversas aplicações no contexto escolar. Atualmente, com o acesso a novas tecnologias associadas

à experimentação, o uso de computadores e máquinas (robôs) tem se tornado cada vez mais acessível e, aos poucos, vem se tornando realidade nas aulas de Física. Silva (2008) destaca uma experiência bem-sucedida com o uso de atividades experimentais, empregando robótica no Ensino de Física, em especial na abordagem de temas como Sol e luz.

Silva (2008) revela que, de fato, durante as aulas que envolveram atividades experimentais com o uso do *Mindstorms NXT*, observaram-se melhorias significativas na motivação dos alunos, refletindo-se em maior interesse, empenho, comportamento e participação, especialmente entre os alunos mais indisciplinados e com dificuldades de concentração. Por meio da aplicação dos pré-testes e pós-testes, foi registrado um progresso maior, tanto individualmente quanto em grupo, no conjunto de estudantes que utilizou o robô. Conclui-se que o uso desse recurso contribuiu para uma melhor compreensão dos conceitos físicos abordados.

Em um trabalho semelhante, Santos e Menezes (2005) abordam, através da robótica, o funcionamento de motores, sensores e do *Robotic Command Explorer*, um tipo programável de LEGO com capacidade de armazenar até 5 programas distintos. Os autores concluem que as atividades experimentais usando robótica móvel tornaram o conteúdo de fácil aprendizagem mediante o processo de construção do robô, durante o qual “Os alunos puderam presenciar no concreto alguns conceitos de difícil entendimento devido à dificuldade que encontram em abstrair” (Santos; Menezes, 2008, p. 2752).

Outras pesquisas analisam e discutem a importância das atividades experimentais, seja através da experimentação em laboratórios virtuais ou em práticas em laboratórios reais, na formação dos professores de Física (Ferreira, 2020; Caetano, 2021; Camiletti *et al.*, 2023; Ludke *et al.*, 2013).

Ferreira (2020), em sua pesquisa de mestrado, elaborou um equipamento para a demonstração do efeito fotoelétrico. O produto foi aplicado aos estudantes do sétimo período da Licenciatura em Física da disciplina Experimentos em Física Moderna de uma Universidade pública de Minas Gerais. Os dados obtidos por meio de questionários (pré-teste e pós-teste) revelaram que a maioria dos estudantes já tinha familiaridade com os conceitos gerais relacionados ao fenômeno, mas nunca haviam tido prática experimental

com a temática. Na opinião dos alunos, a montagem contribuiu para a visualização do fenômeno com mais clareza, o que, de acordo com Benítez-Trejo e Cáceres-Mesa (2024), além de enriquecer o conhecimento dos estudantes consolidando o conhecimento teórico sobre o fenômeno, estimula o pensamento crítico, a curiosidade e o interesse pela ciência.

Caetano (2021) apresenta uma proposta de atividade experimental elaborada no contexto da disciplina Conceitos de Astronomia, do curso de Licenciatura em Física de uma universidade federal, em Itajubá. A ideia da proposta foi utilizar o método de obtenção da relação período-luminosidade de estrelas, em que os estudantes puderam coletar dados referentes às curvas de luz, ao período de pulsação e à magnitude absoluta média de cada astro.

Durante a experimentação, foi percebido que os estudantes trabalharam com características essenciais para um futuro professor de Ciências, tais como realização da leitura de instrumentos, precisão e exatidão na coleta de dados, análise gráfica, avaliação das características dos instrumentos utilizados, limite de operação, além de fatores que podem introduzir erros nas medidas e influenciar o comportamento dos dados. De acordo com Caetano (2021), houve uma percepção, por parte dos estudantes, para além daquilo que se deseja investigar, possibilitando a reflexão sobre o método aplicado e os procedimentos experimentais utilizados.

Na pesquisa de Camiletti *et al.* (2023), durante a pandemia de COVID-19, os autores propuseram a realização de seis experimentos de Física para 200 graduandos divididos entre os cursos de Física (tanto bacharelado quanto licenciatura) e Engenharias na disciplina de Física Básica Experimental em uma universidade pública de Vitória, Espírito Santo. Durante as atividades, os estudantes procederam à montagem, à execução e à coleta de dados com determinação de incertezas e discussão coletiva.

De acordo com os autores da pesquisa, os estudantes mostraram-se satisfeitos e engajados nas atividades, ressaltando que a grande maioria dos feedbacks relacionados à atividade proposta, fornecidos pelos próprios discentes, foi positiva. Este é um indicador importante de que as atividades experimentais foram bem recebidas e valorizadas, sugerindo que as estratégias adotadas pelos autores foram eficazes em envolver os alunos e tornar o aprendizado mais significativo e estimulante.

No trabalho desenvolvido por Ludke *et al.* (2013), é apresentado um experimento simples e de baixo custo para estudantes de Física Experimental do terceiro ano de Licenciatura em Física de um Instituto Federal no Rio Grande do Sul, que possibilitou a comprovação de conceitos fundamentais em fenômenos de transporte de energia na forma de calor. Segundo os autores, a atividade experimental proporcionou uma compreensão mais profunda dos conceitos físicos, permitindo que os alunos em formação vivenciassem na prática os fenômenos físicos que estão estudando, facilitando a internalização e a compreensão dos princípios subjacentes.

Considerando a relevância das atividades experimentais na preparação do futuro professor e fundamentando-se na teoria da aprendizagem significativa (TAS), a presente pesquisa teve como objetivo analisar a incorporação de atividades experimentais em um curso de Licenciatura em Física em um Instituto Federal. Para alcançar esse propósito, empregou-se um questionário semiestruturado, aplicado a estudantes matriculados na disciplina de Física Experimental I, com o intuito de compreender como essas atividades contribuem para a construção de conhecimentos significativos.

Além disso, buscou-se investigar se os alunos que já estão envolvidos na educação básica como professores ou bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) ou do Programa de Residência Pedagógica (PRP) têm o hábito de introduzir práticas experimentais em suas escolas e como estas influenciam o processo de aprendizagem significativa dos alunos. Adicionalmente, a pesquisa teve como intuito identificar os principais desafios enfrentados por aqueles que buscam implementar tais práticas educativas, considerando a teoria da aprendizagem significativa como base para a análise dessas dificuldades.

REFERENCIAL TEÓRICO

David Ausubel (2000) defende que o principal processo de aprendizagem significativa (AS) ocorre através da recepção, em vez da descoberta. Isto é, o aprendiz “recebe” a informação, o conhecimento, a ser aprendido em sua forma final. No entanto, isso não implica que o processo seja passivo; pelo contrário, ele requer ação e reflexão

por parte do aprendiz. Além disso, a AS é facilitada pela cuidadosa organização dos conteúdos e das experiências de ensino conduzidas pelo professor (Ausubel, 2000).

A AS ocorre quando novas informações são relacionadas de maneira substantiva e não arbitrária aos conhecimentos prévios do aprendiz. Ausubel enfatizou que o conhecimento prévio, chamado de subsunçor, é o fator determinante no processo de aprendizagem. Novas informações se conectam a conhecimentos já existentes, ganhando assim significado e possibilitando a construção de um conhecimento mais profundo e duradouro. Ele também defende a necessidade de um mecanismo de aprendizagem significativa, bem como da apresentação de um material potencialmente significativo para o aluno (Ausubel, 2000). A última condição pressupõe:

(1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado “lógico”) e (2) que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material (Ausubel, 2000, p. 1).

É importante destacar que o material é apenas potencialmente significativo, pois é o aluno quem atribui significado aos materiais de aprendizagem, e esses significados podem não ser os mesmos reconhecidos no contexto da disciplina ensinada (Ausubel, 2000).

Marco Antonio Moreira (2012), um dos principais disseminadores da teoria de Ausubel no contexto latino-americano, enfatiza que a AS é contrastada com a aprendizagem mecânica (AM), que é a forma predominante nas escolas. A AM, puramente memorística, tem pouco ou nenhum significado real, sendo útil apenas para provas e rapidamente esquecida. A transição da AM para a AS não ocorre naturalmente; ela depende de subsunçores adequados, da disposição do aluno para aprender, de materiais potencialmente significativos e da mediação do professor (Moreira, 2012). Na prática, essas condições frequentemente não são atendidas, resultando no predomínio da aprendizagem mecânica ou automática.

Moreira (2012) também aborda a importância da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, processos pelos quais a estrutura cognitiva do aluno é modificada e aprimorada à medida que novos conhecimentos são adquiridos e integrados. A diferenciação progressiva envolve a atribuição de novos significados a um subsunçor específico, resultado do uso repetido desse subsunçor para consolidar novos conhecimentos. A reconciliação integrativa, por sua vez, é um processo simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações. Esses processos são essenciais para a formação inicial de professores, pois permitem que futuros educadores não apenas adquiram conhecimento, mas também desenvolvam a capacidade de ensinar de maneira que promova a AS.

Moreira (2014) destaca ainda a importância das atividades experimentais como facilitadoras desse tipo de aprendizagem, pois elas oferecem aos alunos oportunidades concretas para conectar a teoria à prática, promovendo uma compreensão mais profunda dos conceitos físicos. O autor sustenta que, embora os laboratórios tradicionais sejam importantes no ensino de ciências, estes frequentemente não são usados ou sequer existem nas escolas (Moreira, 2014, p. 9). Em tais situações, sugere-se o uso de laboratórios virtuais, que podem motivar os alunos e ajudar no desenvolvimento de competências científicas. No entanto, Moreira (2014) ressalta que é um desafio criar uma cultura dentro do sistema escolar que valorize e incorpore a experimentação educacional .

Em uma nova perspectiva da TAS, chamada de aprendizagem significativa crítica, Moreira (2014) afirma que a aprendizagem deve ser estimulada pelo questionamento em vez da memorização de respostas conhecidas, pela utilização de uma diversidade de materiais e estratégias instrucionais, e pela substituição da narrativa tradicional por um ensino centrado no aluno. Isso não implica abandonar o livro didático, o quadro de giz e a narrativa, mas sim evitar a dependência exclusiva desses recursos, reconhecendo que eles não são os únicos nem os mais importantes recursos instrucionais. Moreira (2011b) enfatiza que devem ser privilegiadas as atividades colaborativas, como experiências em laboratório, resolução problemas, mapas conceituais, construção de um modelo, desenvolvidas em pequenos grupos.

Portanto, a incorporação de atividades experimentais no currículo de Licenciatura em Física é vista, à luz da TAS, como uma estratégia pedagógica importante. Essas atividades não só ajudam os futuros professores a compreenderem melhor os conceitos físicos, mas também os capacitam a ensinar de forma que seus alunos possam construir conhecimentos significativos.

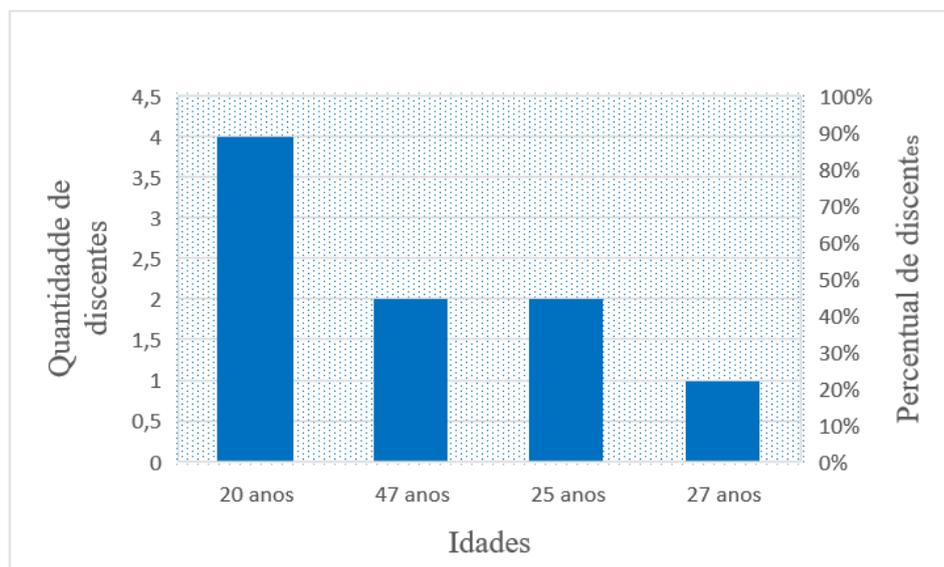
METODOLOGIA

Para a implementação desta pesquisa, adotou-se uma abordagem qualitativa. Segundo Moreira (2011a, p. 50), “a interpretação dos dados é o aspecto crucial do domínio metodológico da pesquisa qualitativa”, abrangendo a interpretação do ponto de vista de significados do pesquisador e do sujeito. Para isso empregou-se como instrumento de coleta de dados um questionário semiestruturado, que foi aplicado a uma turma de nove discentes da disciplina de Física Experimental I, do Curso de Licenciatura em Física (CLF) de uma instituição federal no Ceará.

O questionário foi desenvolvido utilizando o Google Forms e teve como objetivo coletar informações sobre as motivações dos estudantes matriculados no curso, bem como suas experiências relacionadas ao ensino e à aprendizagem da Física. As perguntas, que serão apresentadas e debatidas na próxima seção, abordaram diversos aspectos, desde os fatores que influenciaram na escolha do curso até a prática pedagógica dos participantes. Os dados coletados foram avaliados qualitativamente e utilizados para compreender as necessidades e expectativas dos alunos relativas à implementação de atividades experimentais em aulas de Física, bem como para entender sua relevância dessa na formação do futuro professor de Física.

A escolha de utilizar o *Google Forms* para o questionário visou facilitar tanto a resposta dos alunos quanto o retorno das informações. O link para o questionário foi enviado ao grupo de WhatsApp da turma. No mesmo dia em que o questionário online foi disponibilizado, todos os alunos o responderam. Os entrevistados estão na faixa etária de 20 a 47 anos, sendo 55,6% do sexo masculino e 44,4% do sexo feminino. A Figura 1 mostra a distribuição dos discentes participantes conforme a idade.

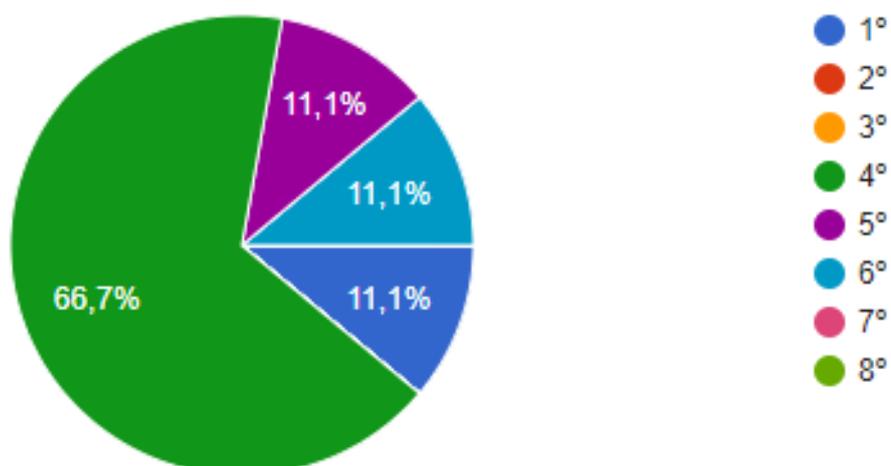
Figura 1 – Distribuição etária dos discentes participantes da pesquisa



Fonte: Dados da pesquisa.

A disciplina de Física Experimental I é uma disciplina do 3º semestre do CLF em questão. Constatou-se que os estudantes cursistas estão compreendidos entre o 1º e o 6º semestre. A Figura 2 mostra a distribuição de estudantes por semestre do curso.

Figura 2 – Distribuição dos estudantes por semestre



Fonte: Dados da pesquisa.

Dos nove discentes participantes, 11,1% estão adiantando disciplinas do curso e 88,9% cursam disciplinas de semestres anteriores, buscando regularizar sua situação no curso. Destes, a maior parte se encontra no 4º semestre, representando 66,7% da turma.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

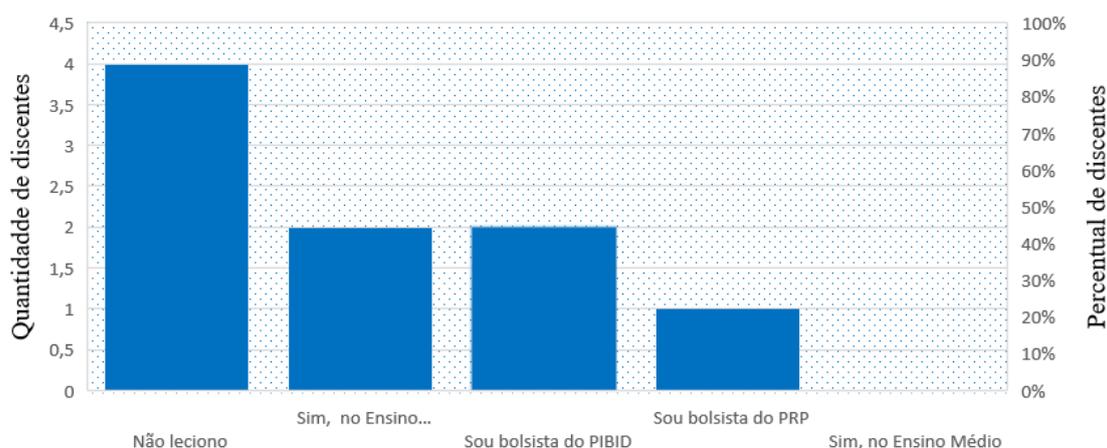
Questionado sobre o que mais o influenciou na decisão pelo CLF, o estudante E1 afirmou que sua decisão se deveu prioritariamente pela sua afinidade com a Matemática e o desejo por compreender os fenômenos físicos. Um segundo discente (E2) destaca o papel decisivo de seus professores da educação básica na sua escolha pelo CLF. A realização de experimentos em sala de aula é destacada pelo discente como algo motivador: “Tive professores de Física no colégio que gostavam de fazer experimentos e nisso ficava admirado com a matéria”. Os demais estudantes corroboram E2 ao destacarem o fato de o gosto pela área ter sido cativado na educação básica, seja no ensino fundamental ou no ensino médio. Esses resultados vão ao encontro daqueles apontados por Oliveira e Menezes (2023).

Dois dos discentes já haviam cursado uma outra graduação e sua escolha deveu-se à compatibilidade ou relação intrínseca entre o CLF e a formação anterior. O estudante E8 cursou o Bacharelado em Física numa instituição estadual do mesmo estado, e sua escolha pelo CLF deveu-se, em grande parte, à exigência da licenciatura em concursos públicos da área. Já o estudante E9 concluiu anteriormente a graduação em Educação Física, e seu desejo de cursar Física veio pela possibilidade de compreender fenômenos que se interrelacionam com as duas disciplinas, sendo a Física a base para tais compreensões.

Dando sequência, os discentes foram questionados se lecionavam ou atuavam em colégios na qualidade de bolsistas do PIBID ou do PRP. Como pode ser observado na Figura 3, mais de 50% da turma ou são bolsistas ou docentes no ensino fundamental. Convém destacar que as bolsas de iniciação à docência e as de residência pedagógica, além de possibilitarem aos estudantes sua primeira experiência com o ensino, ajudando-

os a enxergar a realidade educacional e as especificidades de sua profissão, são incentivos para sua permanência e êxito no curso.

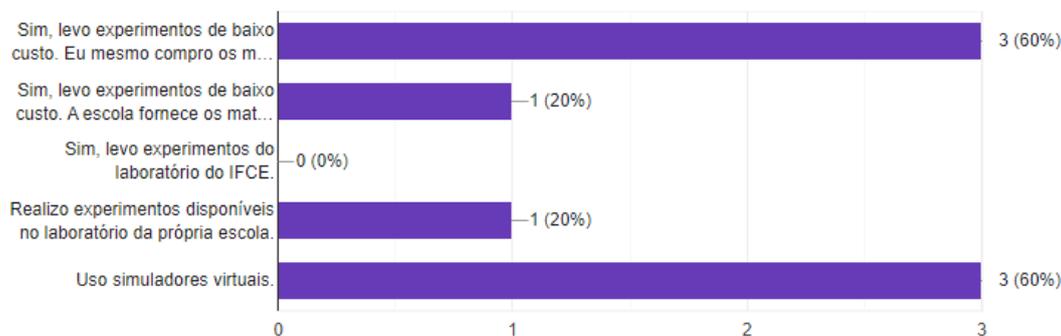
Figura 3 – Perfil profissional dos discentes



Fonte: Dados da pesquisa.

Questionados sobre o uso de atividades experimentais durante sua atuação na educação básica como professores e/ou bolsistas, todos eles afirmaram levar experimentos físicos e/ou virtuais. A Figura 4 ilustra as repostas dadas pelos estudantes a esta pergunta.

Figura 4 – Atividades experimentais no ensino.



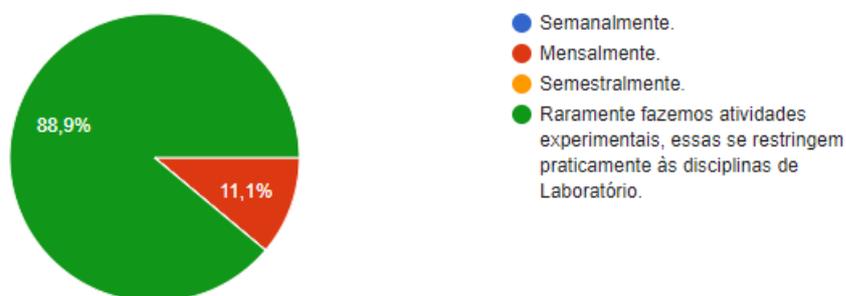
Fonte: Dados da pesquisa.

O fato de os estudantes se empenharem para levar atividades de experimentação para a sala de aula mostra a importância que eles dão a tais atividades. Três estudantes afirmam que eles mesmos compram os materiais para a confecção dos experimentos. Infelizmente, devido à falta de recursos e apoio institucionais, muitas vezes, ao quererem desempenhar bem a sua função, os professores se sentem obrigados a investir seu próprio salário em equipamentos educacionais. Apenas um dos estudantes afirmou receber apoio da escola para obter equipamentos necessários para confecção de experimentos de baixo custo, enquanto um outro afirmou que a escola possui laboratório e que ele faz uso dos experimentos disponíveis no próprio laboratório escolar.

Uma excelente saída nos casos em que a escola não possui laboratórios ou mesmo como recursos complementares aos laboratórios físicos são os laboratórios virtuais. Dentre suas vantagens está a possibilidade de que os alunos modifiquem características de modelos científicos, criem modelos computacionais e façam experimentos sobre fenômenos não observáveis diretamente (Moreira, 2014).

Os estudantes foram indagados ainda sobre se os demais professores do curso costumavam fazer experimentos ou levar a turma ao laboratório da instituição. A Figura 5 mostra o resultado das respostas dos discentes a este questionamento.

Figura 5 – Frequência de atividades experimentais nas demais disciplinas do curso



Fonte: Dados da pesquisa.

Percebe-se da análise da Figura 5 que os discentes raramente fazem atividades experimentais durante o curso, em outras disciplinas. Segundo eles, o uso de experimentos em aulas que não sejam as de laboratório é uma prática pouco corriqueira. Apenas 11,1% da turma afirmaram que outros professores os levavam ao laboratório mensalmente. Os resultados apontam para uma possível subutilização desses equipamentos.

A baixa frequência com que os professores usam os laboratórios em outras disciplinas pode estar associada à dificuldade encontrada pelos docentes em reservar o ambiente, encontrar tempo hábil para preparação dos experimentos ou mesmo sua má formação no enfoque prático. Moreira (2021, p. e20200451-3) alerta-nos para o fato de que “não tem sentido a experimentação isolada sem ter nada a ver com a teorização”. Nesse sentido, é indispensável que, durante as disciplinas teóricas, os docentes busquem conciliar a teoria com a prática, e o uso de laboratórios pode ser uma excelente estratégia para visualizar fenômenos, fazer descobertas, testar hipóteses ou confirmar leis físicas teorizadas durante as exposições teóricas nas disciplinas.

Embora os estudantes afirmem não haver uma constância nas práticas experimentais durante o curso, eles estão conscientes do papel delas no processo de ensino-aprendizagem. Aqueles estudantes que estão em sala de aula na educação básica como professores ou como bolsistas afirmam levar para as aulas tanto experimentos reais quanto virtuais (simuladores). Para eles:

- Os experimentos ajudam a tirar as ideias da abstração (E1);
- Os experimentos ajudam a entender e visualizar fenômenos (E2);
- Ajuda a compreender a teoria na prática (E3);
- Os experimentos incentivam o questionamento e debates, contribuindo para a compreensão e a assimilação do conteúdo estudado teoricamente (E4);
- O uso de simuladores permite, por exemplo, a visualização e a melhor compreensão de fenômenos e leis físicas (E5).

Os estudantes destacaram que a realização de experimentos é uma ferramenta pedagógica importante para o ensino de Física. Um caso de uso de simuladores do *Physics*

Education Technology (PhET) foi relatado anteriormente por um deles na visualização e compreensão do princípio de conservação de energia.

O uso de experimentos pode, assim, favorecer a AS, pois permite aos alunos visualizar fenômenos estudados teoricamente e aprofundar sua compreensão. Segundo um dos estudantes, ao realizar um experimento, o cientista faz uma série de abstrações, testa a eficácia de seu modelo e verifica até que ponto pode simplificá-lo para que os dados experimentais apresentem um grau desejável de compatibilidade com o modelo físico.

Ademais, um dos estudantes afirmou que aquilo que o motivou a ingressar na Física foi justamente o fato de, no seu ensino médio, professores gostarem de usar experimentos em aula: “Por mais simples que fossem [os experimentos], eles eram muito interessantes. Eu pretendo fazer o mesmo como futuro professor” (E2).

Na visão dos estudantes, as práticas experimentais contribuem para a AS ao melhorar o repertório de argumentação do docente, incentivando a curiosidade e o entusiasmo dos alunos e despertando neles a predisposição à aprendizagem. Essas práticas também estimulam o raciocínio lógico durante a resolução de problemas, tornam a teoria mais concreta e praticável, e transformam os alunos em sujeitos ativos no processo de ensino-aprendizagem.

PROPOSTA DIDÁTICA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE BAIXO CUSTO PARA FÍSICA EXPERIMENTAL I

Uma vez que equipamentos laboratoriais são geralmente caros e nem sempre estão disponíveis nas escolas, apresentamos a seguir uma proposta de experimento de baixo custo que pode ser utilizado para o estudo do movimento retilíneo e uniforme e para explorar alguns conceitos, leis e modelos matemáticos da descrição dinâmica do movimento e sistema de orientação.

Gota de água em movimento retilíneo e uniforme

Os materiais envolvidos são:

- Mangueira transparente de pelo menos 40cm de comprimento (custa cerca de cinco reais por metro e pode ser encontrada em lojas de material de construção);
- Água, óleo ou detergente (disponível em casa ou na própria escola);
- Adesivo termofísico (Durepoxi) para vedação das extremidades da mangueira (com valor aproximado de dez reais por caixa, podendo ser usado em vários experimentos);
- Régua de no mínimo 40cm (disponível em casa ou na própria escola);
- Cronômetro (pode-se usar um aplicativo de celular).

O experimento em foco aborda o fenômeno de uma bolha de ar ascendendo dentro de um tubo transparente preenchido com um líquido específico, podendo ser água, óleo, detergente ou outra substância líquida. Este fenômeno pode ser compreendido por meio dos princípios fundamentais da Física. A execução do experimento implica a observação da ascensão da bolha de ar no tubo e na medição do tempo de sua passagem por posições pré-definidas. Na Figura 6, o aparato experimental é ilustrado, destacando-se a bolha de ar (localizada entre a quarta e a quinta marcação, de baixo para cima) cujo movimento será objeto de estudo.

Figura 6 – Bolha de ar em movimento de ascensão vertical



Fonte: Os autores, 2023.

Os seguintes conceitos podem ser abordados durante a atividade: sistema de referência, posição de um móvel, deslocamento, velocidade, aceleração e força. Além disso, é possível explorar as leis de Newton e os conceitos de peso, empuxo e forças dependentes da velocidade. Os objetivos da atividade são:

- Definir movimento e estabelecer um sistema de referência para sua análise;
- Observar e registrar a passagem da bolha de ar nas posições de 5cm, 10cm, 15 cm e 20cm ao longo do tubo;
- Explicar o conceito de deslocamento em relação ao movimento da bolha;
- Conceituar e calcular a velocidade média da bolha em diferentes deslocamentos, incluindo 5cm, 10cm, 15 cm e 20cm;
- Representar graficamente a posição da bolha em relação ao tempo;
- Esboçar graficamente a velocidade média da bolha, calcular desvios e determinar o erro padrão;
- Verificar a presença de aceleração no movimento da bolha;
- Reconhecer e classificar as forças envolvidas no experimento;
- Aplicar os princípios da segunda lei de Newton para derivar a equação de movimento da bolha;
- Identificar e explicar os principais erros que podem afetar a precisão e a exatidão dos resultados obtidos no experimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da relevância das atividades experimentais no ensino de Física e da constatação de que, na atual realidade educacional, os laboratórios escolares muitas vezes não contam com equipamentos adequados, torna-se evidente a importância das propostas de atividades experimentais de baixo custo. Tais propostas não apenas são bem-vindas, mas também podem representar soluções significativas para enfrentar a dificuldade de aprendizagem dos alunos.

No contexto específico da instituição em análise, a subutilização dos laboratórios em disciplinas não laboratoriais pode estar associada a diversos fatores, como a

sobrecarga de trabalho dos professores ou mesmo a falta de familiaridade destes com a manipulação dos equipamentos laboratoriais. Identificar as causas subjacentes e buscar soluções em colaboração com os gestores, técnicos de laboratório e professores é essencial para otimizar o uso desses recursos e promover uma melhor qualidade na educação dos estudantes.

Além de abordar a importância das atividades experimentais no ensino de Física e os desafios enfrentados na incorporação dessas práticas em um curso de Licenciatura em Física, este estudo oferece insights que podem enriquecer pesquisas futuras sobre a utilização de experimentos na formação inicial de professores de Física. Ademais, ao destacar a importância das atividades experimentais de baixo custo, abre-se um campo de investigação promissor para o desenvolvimento de estratégias práticas e acessíveis que possam ser implementadas não apenas na instituição pesquisada, mas em outras realidades educacionais semelhantes.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2000.

ARAÚJO, M. S. T de; ABIB, M. L. V dos S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/PLkjm3N5KjnXKgDsXw5Dy4R/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 24 mai. 2024.

BENÍTEZ-TREJO, V. F.; CÁCERES-MESA, M. L. Experiencias de alumnos participantes en el concurso nacional de aparatos y experimentos de Física. **Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas**, v. 7, n. 2, 2024. Disponível em: <https://remca2.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/473/468>. Acesso em: 23 mai. 2024.

CAETANO, T. C. O experimento “curva de luz” do Laboratório Remoto de Física: uma proposta de atividade investigativa contextualizada epistemologicamente. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20210169, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/pVVff5L6DDjkrHrWbGHN9By/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 mai. 2024.

CAMILETTI, G. G.; PASSOS, C. A. C.; RODRIGUES, E. V. Física experimental em casa: enfrentamento à pandemia de COVID-19. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 2, 2023. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/1187>. Acesso em: 24 mai. 2024.

FERREIRA, T. A. C. **Efeito fotoelétrico: uma abordagem experimental para a Licenciatura em Física**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020. Disponível em: https://bib.pucminas.br/teses/Ensino_TelmoAlvesDeCarmargosFerreira_8329.pdf. Acesso em: 24 mai. 2024.

LUDKE, E.; ADORNES, A. G. R.; GOMES, C. A.; ADORNES, R. B. Um experimento para ensino de conceitos de transferência de calor em laboratório de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 2-4, jan. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/sVqcKTJxwdyVsrWVh87hXsm/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 23 mai. 2024.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 43, supl. 1, p. e20200451, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfCRNFCxFhqLy/>. Acesso em: 26 nov. 2023.

MOREIRA, M. A. **Grandes desafios para o ensino de Física na educação contemporânea**. Ciclo de palestras dos 50 anos do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: https://www.if.ufrj.br/~pef/aulas_seminarios/seminarios/2014_Moreira_DesafiosEnsinoFisica.pdf. Acesso em: 23 mai. 2024.

MOREIRA, M. A. ¿Al final qué es aprendizaje significativo? **Revista Currículum**, La Laguna, 25, p. 29-56, mar. 2012. Disponível em: https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/10652/Q_25_%282012%29_02.pdf?sequence=5&isAllowed=y. Acesso em: 23 mai. 2024.

MOREIRA, M. A. Metodologias de Pesquisa em Ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2011a.

MOREIRA, M. A. Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011b. Disponível em: https://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf. Acesso em: 23 mai. 2024.

OLIVEIRA, A. N. de; ANDRADE, P. A. A; SIQUEIRA, M. C. A. A motivação em sala de aula: o que dizem os alunos sobre as aulas de Física do Ensino Médio? **ScientiaTec**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 130-150, jul./dez. 2018. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/ScientiaTec/article/view/2717>. Acesso em: 25 nov. 2023.

OLIVEIRA, A. N. de; MENEZES, J. W. M. Por que me tornei um físico: análise das motivações para a escolha e permanência na carreira científica a partir de entrevistas conduzidas por ocasião do Dia do Físico (2020). **Revista Thema**, Pelotas, v. 22, n. 2, p. 553-564, 2023. DOI: 10.15536/thema.V22.2023.553-564.3166. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/3166>. Acesso em: 25 nov. 2023.

SANTOS, C. F.; MENEZES, C. S. de. A aprendizagem da Física no ensino fundamental em um ambiente de robótica educacional. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 25., 2005, São Leopoldo. **Anais [...]**. São Leopoldo: Unisinos, 2005. Disponível em: <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/wie/article/view/856/842>. Acesso em: 25 nov. 2023.

SILVA, J. M. V da. **Robótica no ensino da física**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino da Física) – Escola de Ciências, Universidade do Minho, Minho, 2008. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/8069>. Acesso em: 25 nov. 2023.

APÊNDICE

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Use o equipamento experimental e um cronômetro para registrar os intervalos de tempo correspondentes à passagem da bolha pelas posições designadas na Tabela 1. Use o tubo na posição vertical.

Tabela 1 – Medidas de intervalo de tempo e desvio médio

Tempo	Deslocamentos (em cm) e Desvio da média									
	0-5	Δ_1	5-15	Δ_2	15-25	Δ_3	25-35	Δ_4	35-45	Δ_5
Δt_1										
Δt_2										
Δt_3										
Δt_4										
Δt_5										
Valores Médios										

Determine a velocidade escalar média para cada intervalo de tempo da Tabela 1 e preencha a Tabela 2.

Tabela 2 – Velocidade escalar média

Velocidade média	Velocidade (m/s) e desvio da média									
	0-5	Δ_1	5-15	Δ_2	15-25	Δ_3	25-35	Δ_4	35-45	Δ_5
v_1										
v_2										
v_3										
v_4										
v_5										
Valores médios										

ATIVIDADE 1: MOVIMENTO, VELOCIDADE E REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA VELOCIDADE

1. De posse nos dados obtidos e que devem estar disponíveis nas tabelas anteriores, faça o que se pede:

- Trace o gráfico da posição da bolha como função do tempo e diga que de tipo de movimento se trata. Justifique sua resposta.
- Trace o gráfico da velocidade da bolha como função do tempo.
- Escreva as equações horárias da posição e da velocidade.
- $y(t) =$
- $v(t) =$
- Meça a altura do tubo e faça uma previsão de quanto tempo a bolha levará para chegar ao topo. Feito isto, execute o experimento e determine o tempo de percurso. Os resultados são compatíveis? Justifique.
- Incline o tubo e observe novamente o movimento da bolha. Há alguma diferença? Se sim, justifique.
- Na realização de experimentos de Física, é comum encontrar uma série de erros que podem afetar a precisão e a exatidão dos resultados. Estes erros podem ser divididos em várias categorias, incluindo erros sistemáticos, erros aleatórios e erros humanos. Quais os principais erros que você evidenciou nesta prática? Explique.

ATIVIDADE 2: O MOVIMENTO E SUAS CAUSAS

2. Observe atentamente o fenômeno (movimento da bolha de ar através da mangueira transparente) e responda:

- O que acontece inicialmente com a bolha?
- Que tipo(s) de movimento(s) a bolha irá desenvolver ao longo da subida? Justifique.
- Que forças atuam sobre a bolha?
- Desenhe um diagrama de forças e escreva a equação de movimento.
- Cite pelo menos dois exemplos de fenômenos cujo movimento é semelhante ao da bolha no experimento estudado.

Recebido: 13/3/2024.

Aceito: 06/6/2024.

Sobre autores:

Antônio Nunes de Oliveira

Doutor em Engenharia de Processos pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Docente no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PGECEM-IFCE). E-mail: nunes.vieira@ifce.edu.br
ORCID: orcid.org/0000-0001-5697-8110

Artur Araújo Cavalcante

Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). E-mail: artur.fisica@outlook.com. Brasil. ORCID: orcid.org/0000-0002-3483-8739

Michele Maria Paulino Carneiro

Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). E-mail: michelepaulino12@gmail.com. Brasil. ORCID: orcid.org/0000-0002-5925-9469

Auzuir Ripardo de Alexandria

Doutor em Engenharia de Teleinformática pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). E-mail: auzuir@ifce.edu.br. Brasil. ORCID: orcid.org/0000-0002-6134-5366

José Wally Mendonça Menezes

Doutor em Física pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Docente no Doutorado Acadêmico em Ensino, da Rede Nordeste de Ensino (Renoen). E-mail: wally@ifce.edu.br. Brasil. ORCID: orcid.org/0000-0003-2605-8633