

Materiais de baixo custo para experimentação no ensino de Física em São Raimundo Nonato-PI

ARTIGO

1

Flávia Soares Nascimentoⁱ

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, São Raimundo Nonato, PI, Brasil

Leia Soares da Silvaⁱⁱ

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, São Raimundo Nonato, PI, Brasil

José Moreira de Sousaⁱⁱⁱ

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, São Raimundo Nonato, PI, Brasil

Ana Paula Monteiro de Moura^{iv}

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, São Raimundo Nonato, PI, Brasil

Resumo

A Física, como uma linha filosófica da natureza, formalizada matematicamente e associada ao cotidiano, tem apresentado desinteresse e falta de afinidade por parte dos discentes que cursam a disciplina. Logo, este trabalho de pesquisa tem como meta o processo de ensino-aprendizagem aplicado aos alunos do ensino médio em relação ao ensino de Física a partir da experimentação com materiais de baixo custo para auxiliá-los nesse processo. Objetivando aprimorar o ensino de Física, foi desenvolvida uma pesquisa em uma escola pública do município de São Raimundo Nonato-PI, através de uma ação docente que utilizou materiais de baixo custo para experimentação. Assim, foi possível analisar as habilidades e competências relacionadas à disciplina de Física e diagnosticar a opinião dos alunos. Os resultados apresentam que práticas experimentais são um fator motivacional para os alunos que cursam a disciplina de Física.

Palavras-chave: Ensino de física. Experimentação. Materiais de baixo custo.

Low-cost materials for experimentation in Physics teaching in São Raimundo Nonato-PI

Abstract

Physics, as a philosophical line of nature, mathematically formalized and associated with everyday life, has shown a lack of interest and lack of affinity among students studying Physics. Therefore, this research work aims at the teaching-learning process applied to high school students in relation to the teaching of Physics based on experimentation with low-cost materials to assist them in this process. With the aim of improving physics teaching, a study was carried out in a public school in the municipality of São Raimundo Nonato-PI, using low-cost materials for experimentation. Thus, it was possible to analyze the skills

and competencies related to the Physics discipline and diagnose the students' opinions. The results show that experimental practices are a motivational factor for students studying Physics.

Keywords: Physics teaching. Experimentation. Low-cost materials.

1 Introdução

2

Atualmente, não apenas o ensino de Física, mas o ensino em geral enfrenta muitas dificuldades. Araújo e Abib (2003) destacam que, em específico, a disciplina de Física apresenta conteúdos abstratos, sendo natural que muitos alunos das escolas públicas de Ensino Médio apresentem dificuldades para compreendê-la. Isso conduz os discentes ao desinteresse pela disciplina durante as aulas e ao longo de toda a etapa do Ensino Médio. Assim, é comum encontrar alunos que pouco se interessam em aprender de fato os conteúdos relacionados e propostos, preocupando-se apenas com o básico, que é aprender as fórmulas e fazer exercícios de memorização para obter nota suficiente e não reprovar na disciplina, deixando de lado a compreensão dos fenômenos físicos.

Para intervir nessa problemática, buscou-se trazer a experimentação em sala de aula como um objeto de estudo distinto para as aulas de Física, possibilitando que os alunos participem ativamente das aulas. Pesquisas apontam que a experimentação continua sendo um tema de grande interesse para os pesquisadores, apresentando uma ampla gama de enfoques e finalidades para o ensino de Física (Araújo; Abib, 2003, p. 176). Logo, as práticas experimentais passaram a ser um procedimento metodológico utilizado como recurso no processo de ensino e aprendizagem nas aulas de Física nas escolas de Ensino Médio.

Conforme Silva e Rocha Filho (2010), ao observar o fenômeno físico e comprovar as fórmulas e teorias lecionadas nos livros e textos adotados por meio de práticas experimentais de baixo custo realizadas em sala de aula, é possível despertar um maior interesse dos discentes pelo tema apresentado.

O procedimento visa minimizar as dificuldades enfrentadas no ensino tradicional de Física. Os resultados objetivam mostrar investigações e vantagens, com foco na

importância e nas tendências que surgem com a aplicação de procedimentos experimentais em atividades de Física em sala de aula.

Apesar de muito se pesquisar sobre o tema e muitos autores ressaltarem a importância dessa ferramenta de ensino nas escolas, ela é frequentemente atribuída apenas como um fator motivador que desperta a atenção dos alunos para as aulas de Física (Silva; Rocha Filho, 2010). Todavia, o uso dessa ferramenta não deve ser classificado apenas como um instrumento motivacional, mas como um elemento que vai auxiliar positivamente na aprendizagem do aluno.

Nessa perspectiva, Araújo e Abib (2003), referenciando a direção das atividades, acreditam que a utilização adequada de metodologias experimentais possibilita uma formação de conhecimento científico sem desvalorizar o conhecimento prévio dos alunos. Essa abordagem contribui para uma participação mais ativa dos estudantes, bem como a reflexão e a reestruturação dos conceitos estudados pelos alunos.

No trabalho de Borges (2002, p. 294), o autor indica a melhoria do ensino com a introdução de aulas práticas, afirmando que os “estudantes deveriam conhecer alguns dos principais produtos da ciência, ter experiência com eles, compreender os métodos utilizados pelos cientistas para a produção de novos conhecimentos e como a ciência é uma das forças transformadoras do mundo”.

Desta forma, identifica-se a importância significativa dos experimentos na compreensão dos eventos estudados, uma vez que o processo de experimentação no ensino de Física está associado à manipulação de objetos e ideias que negociem o significado entre si e que tenham a oportunidade de relacionar os fenômenos, pois:

A experimentação no Ensino de Física, no processo de ensino-aprendizagem tem sua importância justificada quando se considera sua função pedagógica de auxiliar o aluno na compreensão de fenômenos e conceitos físicos. A clara necessidade dos alunos se relacionarem com os fenômenos sobre os quais se referem os conceitos justifica a experimentação como parte do contexto escolar, sem que represente uma ruptura entre a teoria e a prática (Plicas; Pastre; Tière, 2010, p. 2).

Segundo Gonçalves e Marques (2006, p. 226), é necessário que “a realização de atividades experimentais contribua para enriquecer o conhecimento discente a respeito do

papel da experimentação na produção do conhecimento científico.” Discute-se também onde a ciência está envolvida e como ela está presente no cotidiano, criando uma ligação entre o conhecimento científico e a realidade do aluno. Isso visa despertar um interesse maior pelo assunto e assegurar que a experimentação não seja apenas uma demonstração de um fenômeno físico, mas que também permita inserir esse fenômeno em um contexto que possa ser possível perceber que ele realmente existe.

Na mesma perspectiva, Moraes (2009, p. 6) enfatiza “que se a aprendizagem for significativa, o aluno irá se sentir mais motivado para aprender. E esta aprendizagem é viabilizada quando se ensina uma física de forma contextualizada, de forma que esteja bem próximo da realidade do aluno”.

Segundo Loss e Machado (2005), a Física é apresentada em desacordo com o que os alunos e professores vivenciam, cheia de conceitos. É necessário a contextualização para que o aluno saiba o que está sendo trabalhado. No mesmo sentido, Pietrocola (2005) afirma a importância de conhecer a Física como uma ciência da natureza e a necessidade de uma compreensão precisa, sendo o mundo físico relacionado intimamente com o mundo cotidiano.

A Física deve, portanto, ser voltada para o cotidiano do aluno, para que ele tenha uma visão mais crítica e significativa sobre o mundo em que vive. Borges (2002) ainda evidencia o equívoco de confundir as atividades experimentais com a necessidade de espaços sofisticados, uma vez que essas atividades podem ser realizadas em sala de aula. A riqueza desse tipo de atividade está em proporcionar ao estudante a oportunidade de trabalhar com coisas e objetos como se fossem outros, em um exercício de simbolização ou representação.

O mesmo aspecto é discutido por Capistrano (2020, p. 2), ao afirmar que uma experiência que permite a manipulação de materiais pelos estudantes ou uma demonstração experimental pelo professor nem sempre precisa estar associada a um aparato sofisticado. O que importa é a organização, discussão e reflexão sobre todas as etapas da experiência. O autor enfatiza ainda a importância da experimentação no ensino de Física, destacando que “através desse método as dificuldades dos alunos em

compreender os conteúdos de Física podem ser superadas, tornando o estudo mais prazeroso e contribuindo com o aumento do conhecimento científico aplicado no cotidiano do educando.”

Dessa forma, baseia-se a utilização de equipamentos e materiais de baixo custo e de fácil aquisição, para que se torne acessível a utilização dos mesmos em escolas que não dispõem de laboratórios ou recursos materiais necessários. Essa abordagem estimula a participação ativa dos alunos, aguça sua curiosidade e interesse, e favorece a aprendizagem. Além disso, contribui para a construção de um ambiente motivador, agradável, desafiador e propício para a produção de conhecimentos, habilidades, atitudes e competências.

Justifica-se, então, a experimentação com materiais de baixo custo no processo de ensino de Física como um auxílio no processo de ensino-aprendizagem ou no processo de construção do conhecimento científico. Isso não exclui a forma tradicional de ensino, mas integra-se às atividades experimentais, uma vez que a construção dos conceitos no desenvolvimento desse projeto estabelece uma articulação com diferentes instrumentos científicos e tecnológicos.

Portanto, este trabalho de pesquisa parte da seguinte problemática: em que medida as práticas experimentais realizadas em sala de aula, utilizando materiais de baixo custo, constituem ferramentas fundamentais para o processo de aprendizagem no ensino de Física?

Buscando responder a essa problemática, o estudo apresenta um campo de investigações nessa área, assim como pesquisadores com foco na importância das atividades experimentais nas salas de aulas em escolas públicas de Ensino Médio nas disciplinas de Física. Analisa também a visão que os alunos do Centro de Ensino de Tempo Integral Moderna (CETI-Moderna) no município de São Raimundo Nonato-PI, tem em relação à experimentação, onde o uso de materiais de baixo custo pode auxiliar positivamente no processo de ensino e aprendizagem dos discentes que cursam Ciência e suas Tecnologias.

2 Metodologia

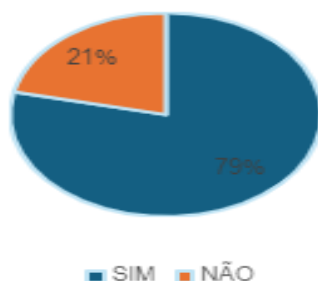
A presente pesquisa utilizou a abordagem qualitativa e aplicou questionários aos alunos com perguntas objetivas sobre alguns conceitos fundamentais: Termodinâmica e Cargas Elétricas. Os questionários foram aplicados no período de maio e junho do ano de 2022, em dois momentos e dias distintos. No primeiro momento, foi aplicado apenas o questionário. No segundo momento, foi feita uma breve explicação em linhas gerais do conteúdo respectivo ao ano da turma, apresentado o material de baixo custo utilizado para a confecção do aparato, realizado o experimento e aplicado novamente o questionário. Os questionários aplicados nos dois momentos foram iguais em suas perguntas.

A pesquisa foi realizada na escola da rede pública estadual, CETI- Moderna, na cidade de São Raimundo Nonato – PI, onde buscou-se obter uma visão dos alunos sobre o ensino de Física. A pesquisa foi realizada nas turmas de Ensino Médio do 2º ano D e 3º ano C, considerando que essa amostra é representativa do perfil dos alunos investigados. O resultado consistiu em um estudo de caso, buscando compreender as concepções dos alunos sobre o ensino de Física e investigar de que forma essas concepções podem contribuir positivamente para o processo de ensino e aprendizagem na disciplina.

3 Resultados e Discussão

Os resultados desta pesquisa foram apresentados por meio de comparações entre os resultados do primeiro e do segundo questionário. Ao todo, participaram desta pesquisa 56 alunos, distribuídos nas turmas de 2º e 3º anos. A primeira questão foi igual nos dois questionários e questionava se os alunos tinham conhecimento sobre a existência de um laboratório na escola. O resultado obtido é apresentado na Figura 1:

Figura 1. Laboratório na escola



Fonte: Questionários. Elaboração dos autores.

Verifica-se no resultado apresentado na Figura 1, que na escola CETI-Moderna há um espaço intitulado como laboratório, porém não funciona como tal e não possui instrumentos para essa finalidade, pois o espaço em questão é utilizado como depósito.

Nas questões de 2 a 10, foi elaborado um questionário sobre a área de conhecimento da Física, denominada Termodinâmica, abordada didaticamente na turma do 2º ano do ensino médio.

Turma do 2º ano D.

A segunda questão refere-se ao conceito de termometria: O que é Termometria?

(a) é a parte da termologia voltada para o estudo da velocidade, de suas trajetórias e dos referenciais inerciais.

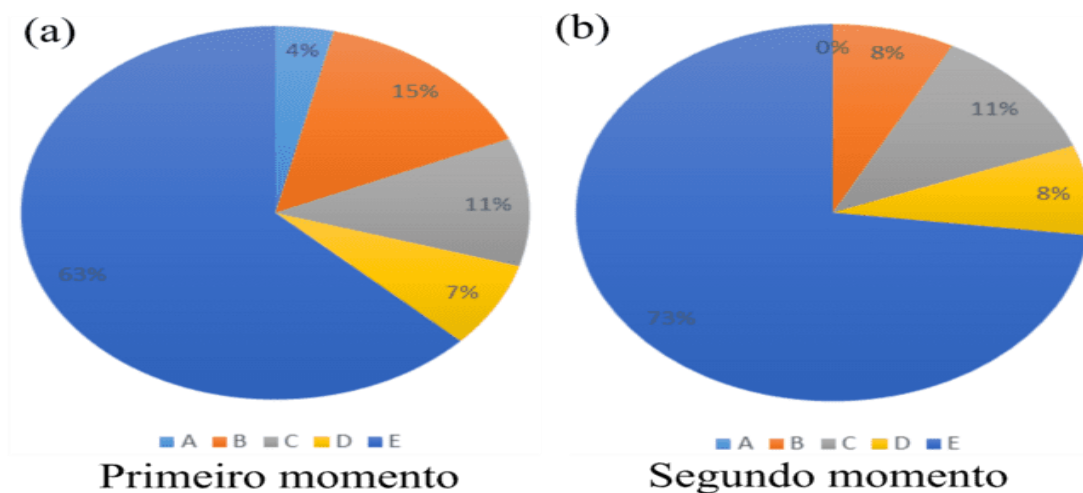
(b) é a parte da termologia voltada para o estudo da força aplicada em um corpo pelo seu deslocamento.

(c) é a parte da termologia voltada para o estudo de átomos e moléculas.

(d) é a parte da termologia voltada para o estudo do calor e suas transformações;

(e) é a parte da termologia voltada para o estudo da temperatura, dos termômetros e das escalas termométricas.

Figura 2. Resposta dos alunos à segunda questão.

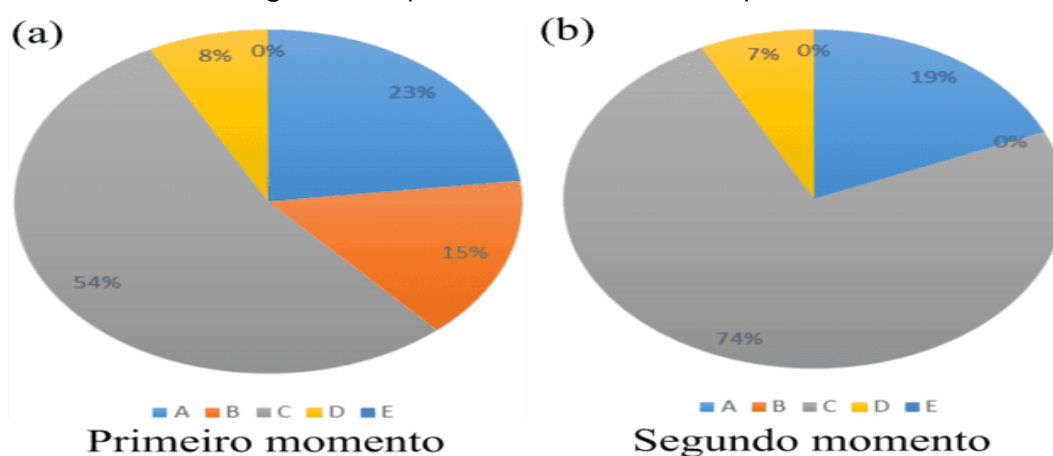


Fonte: Questionários. Elaboração dos autores.

Verificou-se um progresso de 10% na alternativa correta, passando de 63% para 73% de assertividade na letra E. Na terceira questão, a pergunta é referente à definição de temperatura: O que é Temperatura?

- (a) é uma grandeza física que mede a força média de cada grau de liberdade de cada uma das partículas de um sistema em equilíbrio térmico
- (b) é uma grandeza física que mede a energia potencial média de cada grau de liberdade de cada uma das partículas de um sistema em equilíbrio térmico
- (c) é uma grandeza física que mede a energia térmica média de cada grau de liberdade de cada uma das partículas de um sistema em equilíbrio térmico
- (d) é uma grandeza física que mede a energia cinética média de cada grau de liberdade de cada uma das partículas de um sistema em equilíbrio térmico
- (e) é uma grandeza física que mede a aceleração média de cada grau de liberdade de cada uma das partículas de um sistema em equilíbrio térmico.

Figura 3. Resposta dos alunos à terceira questão.



Fonte: Questionários. Elaboração dos autores.

Os resultados apresentados na Figura 3 evidenciam que, mesmo a maioria da turma do 2º D acertando a alternativa correta, obtivemos um progresso de 20% de assertividade após a experimentação com materiais de baixo custo, com mais alunos respondendo a alternativa correta, C. Nestes resultados, pode-se observar que, mesmo os alunos apresentando um conhecimento teórico adquirido nas aulas expositivas de Termodinâmica, a prática experimental melhorou a compreensão sobre os conceitos fundamentais da definição física de temperatura.

Na quarta questão, apresentou-se um questionamento sobre calorimetria: O que é Calorimetria?

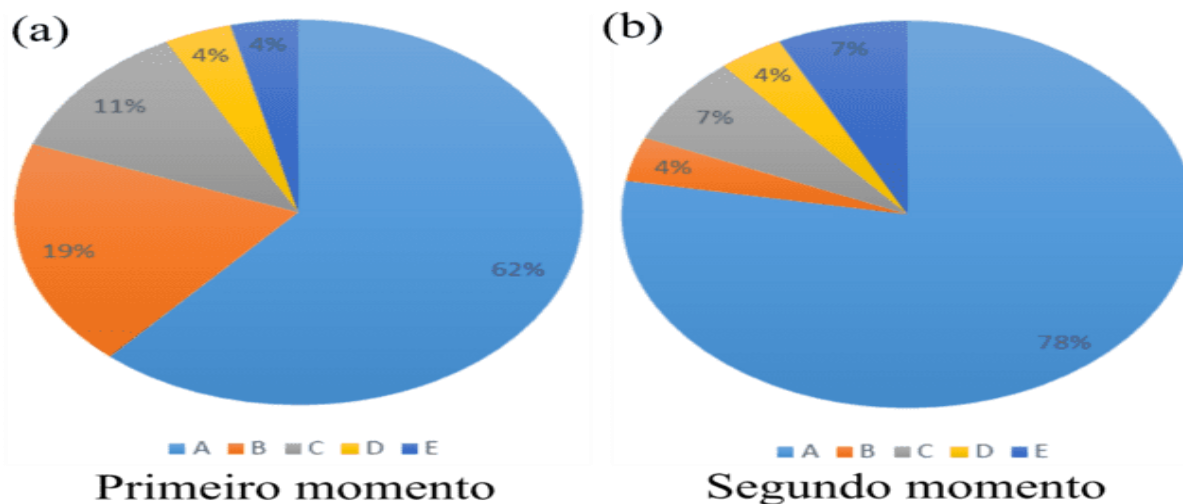
- (a) é um ramo da física que estuda as trocas de energia entre corpos ou sistemas quando essas trocas se dão na forma de calor.
- (b) é um ramo da física que estuda as trocas de energia entre corpos ou sistemas quando essas trocas se dão na forma de temperatura.
- (c) é um ramo da física que estuda as trocas de energia entre corpos ou sistemas quando essas trocas se dão na forma de trabalho.
- (d) é um ramo da física que estuda as trocas de energia entre corpos ou sistemas quando essas trocas se dão na forma de força entre os átomos e moléculas.

(e) é um ramo da física que estuda as trocas de energia entre corpos ou sistemas quando essas trocas se dão na forma de torque e momento linear.

Os resultados obtidos (veja a Figura 4) mostram que, mesmo os alunos já apresentando um conhecimento correto sobre uma importante área da Física, a Termometria, após o segundo momento pedagógico com uso de experimentação com materiais de baixo custo na aula expositiva, houve um acréscimo de 16% na escolha da alternativa correta, letra A. Ao visualizar o fenômeno físico através de um experimento, percebe-se que a prática faz com que o aluno associe sua compreensão dos conceitos fundamentais com os fundamentos teóricos apresentados em uma aula teórica expositiva.

10

Figura 4. Resposta dos alunos à quarta questão.



Fonte: Questionários. Elaboração dos autores.

Na quinta questão os alunos foram perguntados sobre calor: O que é calor?

(a) é energia térmica em repouso de um corpo para outro, devido, unicamente, a uma diferença de temperatura.

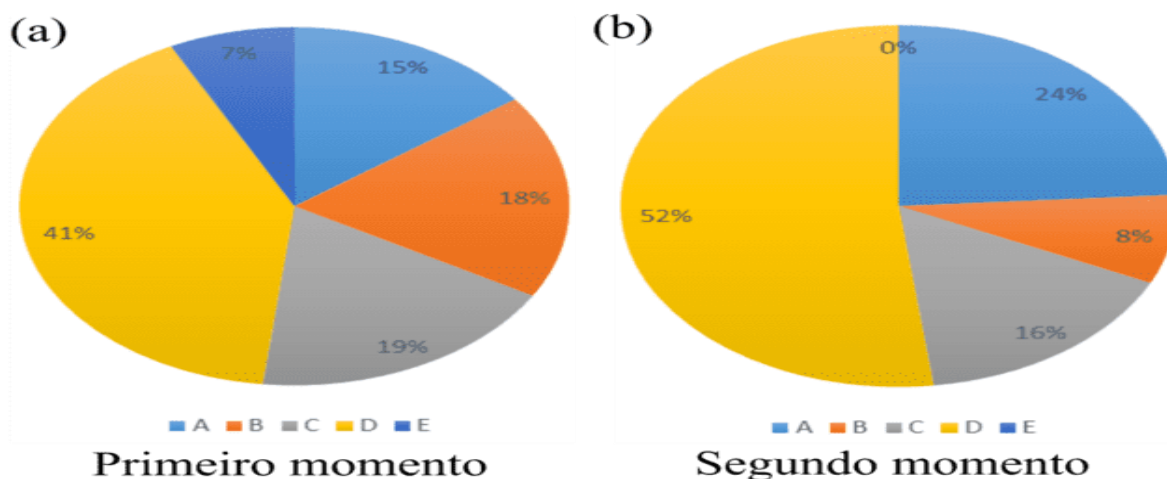
(b) não é energia térmica em trânsito de um corpo para outro, devido, unicamente, a uma diferença de temperatura.

(c) é energia térmica em trânsito contida em um corpo.

(d) é energia térmica em trânsito de um corpo para outro, devido, unicamente, a uma diferença de temperatura.

(e) Nenhuma das alternativas anteriores.

Figura 5. Resposta dos alunos à quinta questão.



Fonte: Questionários. Elaboração dos autores.

Nos resultados apresentados na Figura 5, observou-se êxito com um aumento de 11% na assertividade da alternativa correta, letra D. Na próxima pergunta, foi aplicada uma questão do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), ano 2020, que tinha por objetivo a compreensão de equilíbrio térmico.

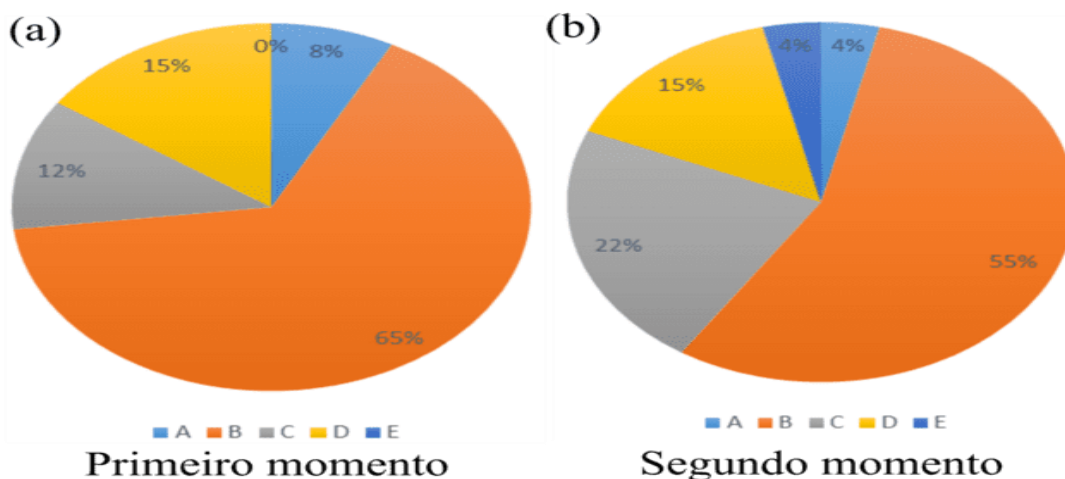
A sexta questão apresentou a seguinte descrição (Brasil, 2020): Um fabricante de termômetros orienta em seu manual de instruções que o instrumento deve ficar três minutos em contato com o corpo para aferir a temperatura. Esses termômetros são feitos com o bulbo preenchido com mercúrio conectado a um tubo capilar de vidro. De acordo com a termodinâmica, esse procedimento se justifica, pois, é necessário que:

- (a) o termômetro e o corpo tenham a mesma energia interna.
- (b) a temperatura do corpo passe para o termômetro.
- (c) o equilíbrio térmico entre os corpos seja atingido.
- (d) a quantidade de calor dos corpos seja a mesma.

(e) o calor do termômetro passe para o corpo.

Figura 6. Resposta dos alunos à sexta questão.

Fonte:



Questionários. Elaboração dos autores.

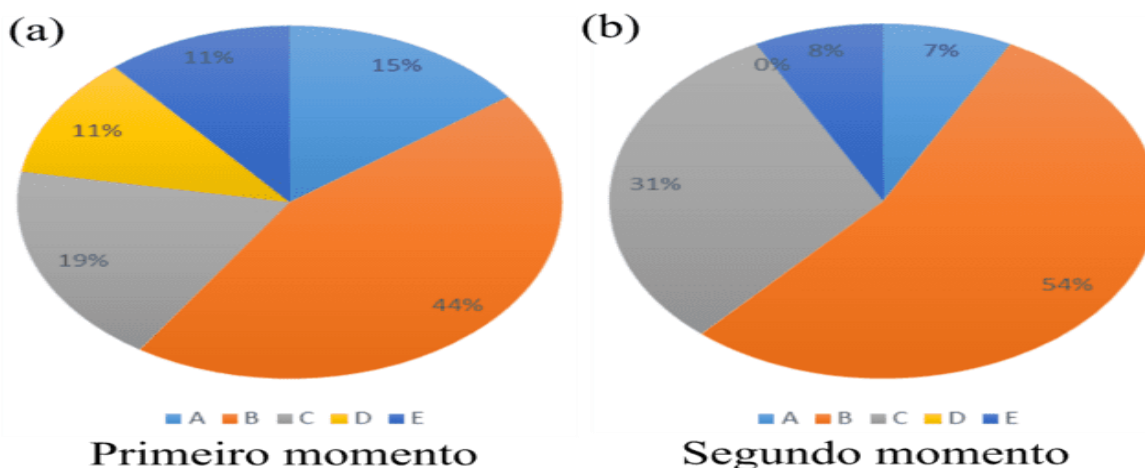
Apesar de os resultados incorretos ainda terem sido superiores, ocorreu um progresso de 10% na escolha da alternativa correta, C, passando de 12% para 22%. Na sétima pergunta, outra questão de ENEM, ano 2020, foi aplicada, com o objetivo de entender o processo que confere crocância aos alimentos fritos, colocando no desenvolvimento da questão uma situação que pudesse explicar a razão desse processo.

A sétima questão apresentou a seguinte descrição (Brasil, 2020): A fritura de alimentos é um processo térmico que ocorre a temperaturas altas, aproximadamente a 170°C. Nessa condição, alimentos ricos em carboidratos e proteínas sofrem uma rápida desidratação em sua superfície, tornando-a crocante. Uma pessoa quer fritar todas as unidades de frango empanado congelado de uma caixa. Para tanto, ela adiciona todo o conteúdo de uma vez em uma panela com óleo vegetal a 170°C, cujo volume é suficiente para cobrir todas as unidades. Mas, para sua frustração, ao final do processo elas se mostram encharcadas de óleo e sem crocância. As unidades ficaram fora da aparência desejada em razão da:

- (a) evaporação parcial do óleo.
- (b) diminuição da temperatura do óleo.

- (c) desidratação excessiva das unidades.
- (d) barreira térmica causada pelo empanamento.
- (e) Ausência de proteínas e carboidratos nas unidades.

Figura 7. Resposta dos alunos à sétima questão.



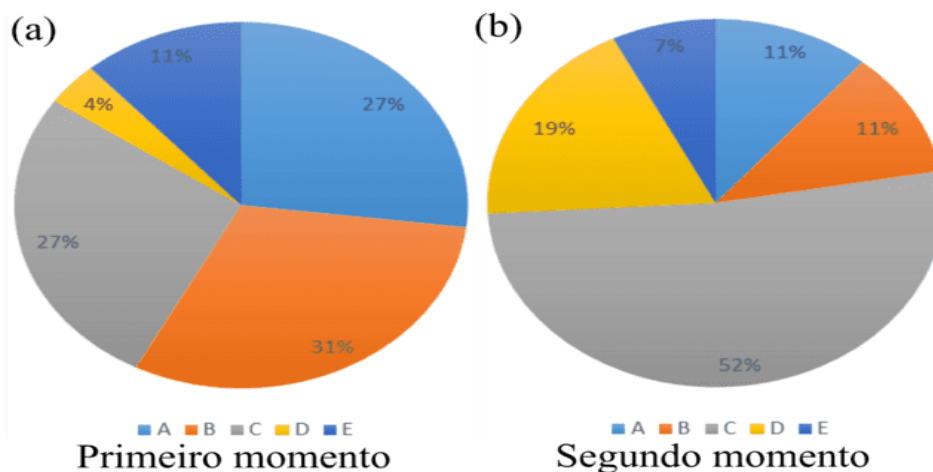
Fonte: Questionários. Elaboração dos autores.

Os resultados obtidos nesta questão (veja a Figura 7) foram satisfatórios, com um acréscimo de 10% na assertividade da alternativa correta, B, após a prática do segundo momento pedagógico, que incluiu a aula expositiva prática com experimentação com materiais de baixo custo. Na oitava pergunta, foi aplicada outra questão do ENEM, ano 2013, com o objetivo de compreender o fenômeno de equilíbrio térmico. A questão foi redigida da seguinte forma (Brasil, 2013): É comum nos referirmos a dias quentes como dias “de calor”. Muitas vezes ouvimos expressões como “hoje está calor” ou “hoje o calor está muito forte” quando a temperatura ambiente está alta. No contexto científico, é correto o significado de “calor” usado nessas expressões?

- (a) sim, pois o calor de um corpo depende de sua temperatura.
- (b) sim, pois calor é sinônimo de alta temperatura.
- (c) não, pois calor é energia térmica em trânsito.
- (d) não, pois calor é a quantidade de energia térmica contida em um corpo.

(e) não, pois o calor é diretamente proporcional à temperatura, mas são conceitos diferentes.

Figura 8. Resposta dos alunos à oitava questão.



Fonte: Questionários. Elaboração dos autores.

Os resultados apresentados nesta questão do ENEM (veja a Figura 8) foram positivos, com um acréscimo de 25% na assertividade da alternativa C, passando de 27% para 52% entre os dois momentos. Na nona questão, também do ENEM, ano 2012, os alunos tinham que responder como compreendiam o processo pelo qual o aumento do fluxo de água diminui a temperatura.

A nona questão apresentou a seguinte descrição (Brasil, 2012): Chuveiros elétricos possuem uma chave para regulagem da temperatura verão/inverno e para desligar o chuveiro. Além disso, é possível regular a temperatura da água, abrindo ou fechando o registro. Abrindo, diminui-se a temperatura e fechando, aumenta-se. Aumentando-se o fluxo da água há uma redução na sua temperatura, pois:

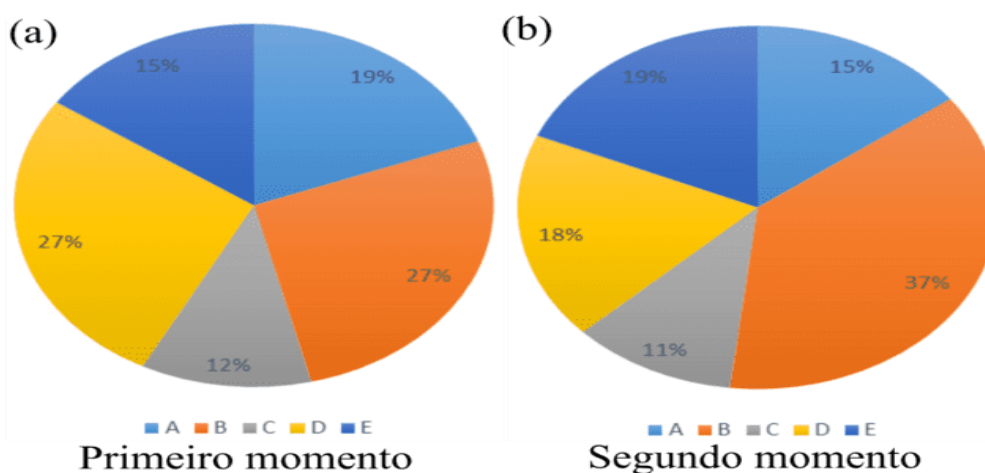
- (a) aumenta-se a área da superfície da água dentro do chuveiro, aumentando a perda de calor por radiação.
- (b) aumenta-se o calor específico da água, aumentando a dificuldade com que a massa de água se aquece no chuveiro.

(c) diminui-se a capacidade térmica do conjunto água/chuveiro, diminuindo também a capacidade do conjunto de se aquecer.

(d) diminui-se o contato entre a corrente elétrica do chuveiro e a água, diminuindo também a sua capacidade de aquecê-la.

(e) diminui-se o tempo de contato entre a água e a resistência do chuveiro, diminuindo a transferência de calor de uma para a outra.

Figura 9. Resposta dos alunos à nona questão.



Fonte: Questionários. Elaboração dos autores.

Os resultados obtidos nesta questão do ENEM (veja a Figura 9) evidenciam que 15% dos alunos responderam corretamente no primeiro momento com a alternativa E e, no segundo momento, 19%. Na décima, também uma questão do ENEM, ano 2012, os alunos tiveram que responder sobre o processo de transferência de calor.

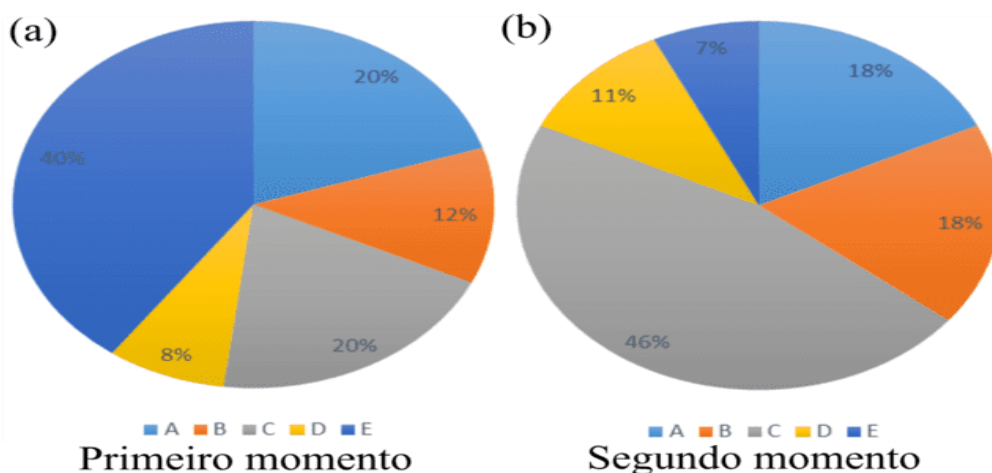
A questão foi redigida da seguinte forma: Em dias com baixas temperaturas, as pessoas utilizam casacos ou blusas de lã com o intuito de minimizar a sensação de frio. Fisicamente, esta sensação ocorre pelo fato de o corpo humano liberar calor, que é a energia transferida de um corpo para outro em virtude da diferença de temperatura entre eles. A utilização de vestimenta de lã diminui a sensação de frio, porque:

(a) possui a propriedade de gerar calor.

(b) é constituída de material denso, o que não permite a entrada do ar frio.

- (c) diminui a taxa de transferência de calor do corpo humano para o meio externo.
- (d) tem como principal característica a absorção de calor, facilitando o equilíbrio térmico.
- (e) está em contato direto com o corpo humano, facilitando a transferência de calor por condução.

Figura 10. Resposta dos alunos à décima questão.



Fonte: Questionários. Elaboração dos autores.

Nos resultados apresentados na Figura 10, obteve-se um acréscimo de 26%, passando de 20% para 46% de assertividade na alternativa C, após o segundo momento pedagógico com a aula expositiva prática com experimentação utilizando materiais de baixo custo. Pode-se observar que a experimentação em sala de aula é essencial e fundamental para melhoria da qualidade do processo de ensino-aprendizagem da disciplina de Física.

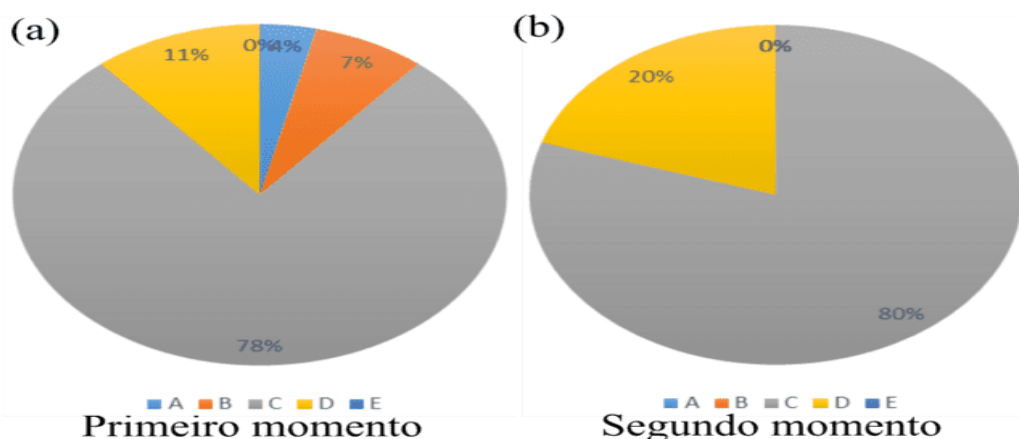
Para a turma do 3º ano do ensino médio, as questões de 2 a 7 abordaram uma área de conhecimento da Física denominada Eletricidade.

Turma do 3º ano C.

A segunda questão apresentada aos alunos do terceiro ano diz respeito à definição de cargas elétricas: O que é carga elétrica?

- (a) é uma propriedade física fundamental que determina as interações de calor.
- (b) é uma propriedade física fundamental que determina as interações térmicas.
- (c) é uma propriedade física fundamental que determina as interações eletromagnéticas.
- (d) é uma propriedade física fundamental que determina as interações térmicas e eletromagnéticas.
- (e) Nenhuma das alternativas anteriores.

Figura 11. Resposta dos alunos à segunda questão.



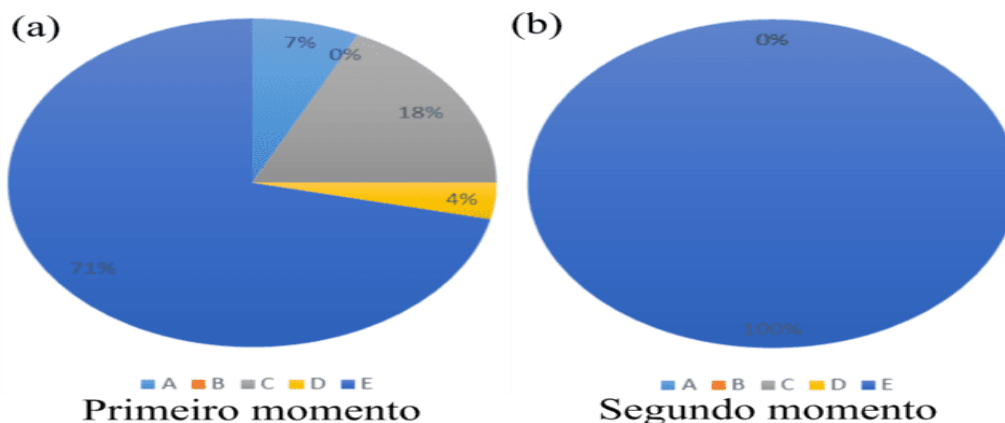
Fonte: Questionários. Elaboração dos autores.

No primeiro momento, já se obteve um resultado bom de assertividade, com 78% escolhendo a alternativa C, e no segundo momento esse índice passou a ser 80% (veja a Figura 11). A terceira questão, diz respeito à eletrização por atrito: Em uma eletrização por atrito, é correto afirmar que...?

- (a) não há fluxo de elétrons durante o processo;
- (b) ambos os corpos ficam neutros.
- (c) ambos os corpos ficam positivos (cedeu elétrons).
- (d) ambos os corpos ficam negativos (receberam elétrons).

(e) um dos corpos fica negativo (recebeu elétrons) e o outro fica positivo (cedeu elétrons).

Figura 12. Resposta dos alunos à terceira questão.

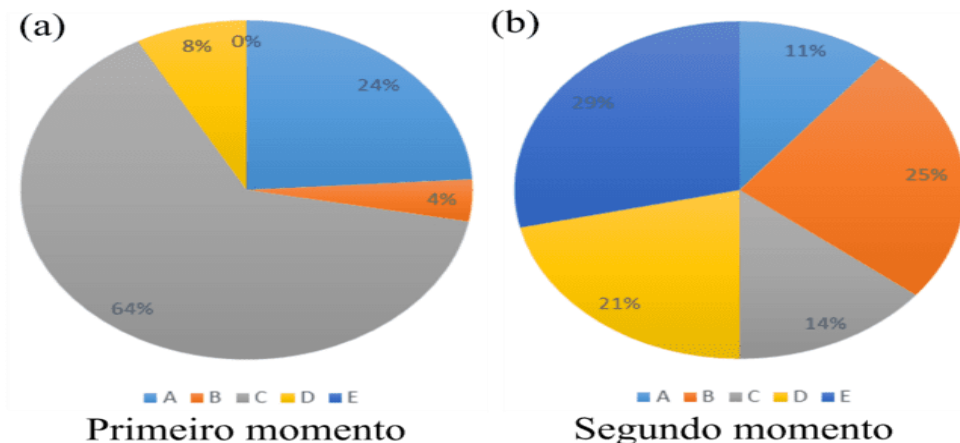


Fonte: Questionários. Elaboração dos autores.

Nos resultados apresentados na Figura 12, houve um aumento significativo na assertividade, passando de 71% para 100% na escolha da alternativa E. A quarta questão, oriunda do ENEM, ano 2016, diz respeito à resistividade elétrica. A questão foi redigida da seguinte forma (Brasil, 2016): Durante a formação de uma tempestade, são observadas várias descargas elétricas, os raios, que podem ocorrer: das nuvens para o solo (descarga descendente), do solo para as nuvens (descarga ascendente) ou entre uma nuvem e outra. As descargas ascendentes e descendentes podem ocorrer por causa do acúmulo de cargas elétricas positivas ou negativas, que induz uma polarização oposta no solo. Essas descargas elétricas ocorrem devido ao aumento da intensidade do(a):

- (a) campo magnético da Terra.
- (b) corrente elétrica gerada dentro das nuvens.
- (c) resistividade elétrica do ar entre as nuvens e o solo.
- (d) campo elétrico entre as nuvens e a superfície da Terra.
- (e) força eletromotriz induzida nas cargas acumuladas no solo.

Figura 13. Resposta dos alunos à quarta questão.



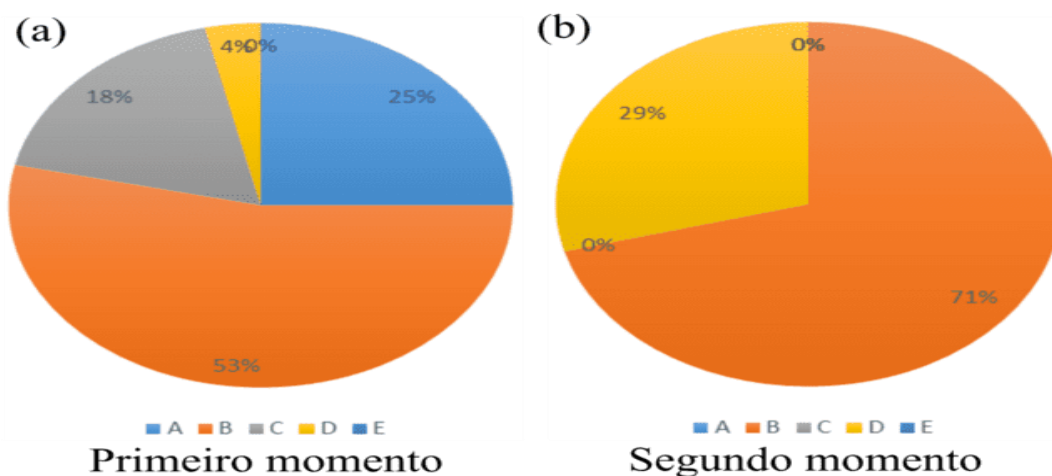
Fonte: Questionários. Elaboração dos autores.

Verificou-se nos resultados apresentados da Figura 13 que, mesmo a maioria dos alunos não acertando a alternativa correta, letra D, houve um aumento de 8% para 21% nos acertos. Esse é um resultado importante e relevante, pois representa a eficiência da experimentação com uso de materiais de baixo custo em aulas de Física no processo de ensino-aprendizagem. A quinta questão, também do ENEM, ano 2010, abordou uma outra situação de blindagem eletrostática.

A questão apresentou a seguinte descrição (Brasil, 2010): Duas irmãs que dividem o mesmo quarto de estudos combinaram de comprar duas caixas com tampas para guardarem seus pertences dentro de suas caixas, evitando, assim, a bagunça sobre a mesa de estudos. Uma delas comprou uma metálica, e a outra, uma caixa de madeira de área e espessura lateral diferentes, para facilitar a identificação. Um dia as meninas foram estudar para a prova de Física e, ao se acomodarem na mesa de estudos, guardaram seus celulares ligados dentro de suas caixas. Ao longo desse dia, uma delas recebeu ligações telefônicas, enquanto os amigos da outra tentavam ligar e recebiam a mensagem de que o celular estava fora da área de cobertura ou desligado. Para explicar essa situação, um físico deveria afirmar que o material da caixa, cujo telefone celular não recebeu as ligações é de:

- (a) madeira, e o telefone não funcionava porque a madeira não é um bom condutor de eletricidade.
- (b) metal, e o telefone não funcionava devido à blindagem eletrostática que o metal proporcionava.
- (c) metal, e o telefone não funcionava porque o metal refletia todo tipo de radiação que nele incidia.
- (d) metal, e o telefone não funcionava porque a área lateral da caixa de metal era maior.
- (e) madeira, e o telefone não funcionava porque a espessura desta caixa era maior que a espessura da caixa de metal.

Figura 14. Resposta dos alunos à quinta questão.



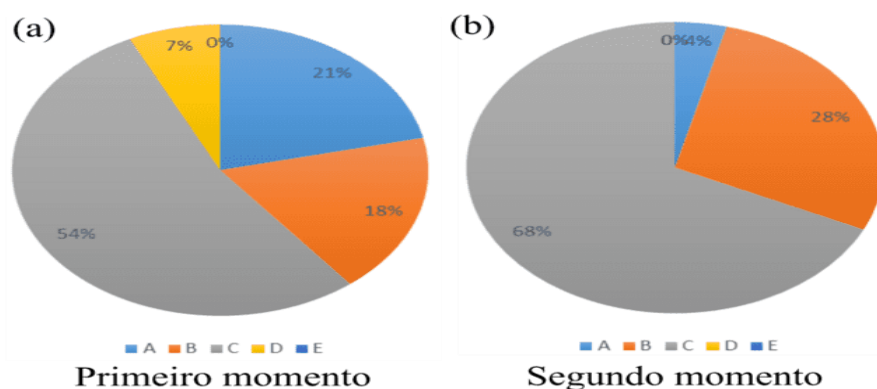
Fonte: Questionários. Elaboração dos autores.

Os dados dispostos na Figura 14 apresentam um resultado positivo de assertividade na questão do ENEM. A alternativa correta, B, foi marcada por 53% da turma no primeiro momento e por 71% no segundo momento. Um aumento de 18% de assertividade. A sexta questão abordou o processo de eletrização por indução eletrostática: Se um corpo neutro é colocado em contato com um corpo eletrizado negativamente, na sequência é feito um aterramento no corpo neutro, e em seguida é

desligado o aterramento e as cargas são separadas, qual a carga final adquirida pelo corpo inicialmente neutro?

- (a) ele permanece neutro;
- (b) adquire carga positiva;
- (c) adquire carga negativa;
- (d) neutraliza eletricamente o outro corpo.
- (e) nenhuma das alternativas anteriores.

Figura 15. Resposta dos alunos à sexta questão.

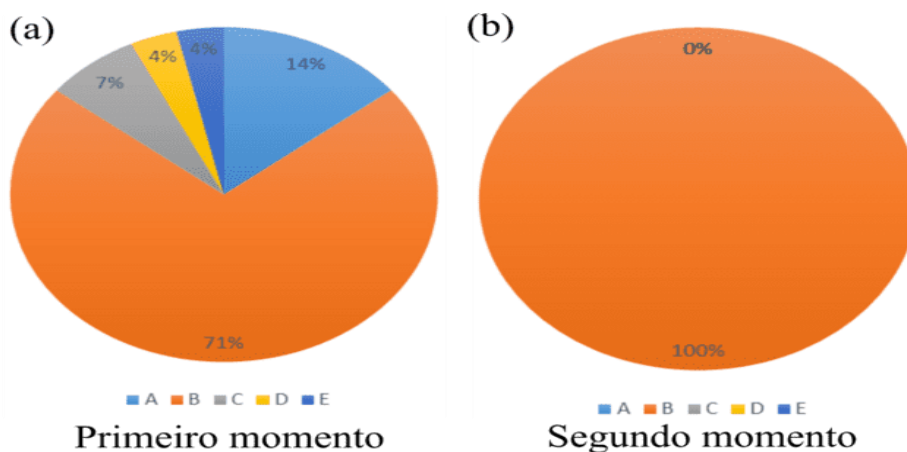


Fonte: Questionários. Elaboração dos autores.

Apresentados os dados na Figura 15, evidencia-se que, após o segundo momento pedagógico, aula expositiva com experimentação com materiais de baixo custo, obteve-se um aumento de 10% na assertividade, com a alternativa correta sendo B. Na sétima e última questão, apresentou-se o questionamento sobre a estrutura do átomo: De acordo com a Física clássica, as principais partículas elementares constituintes do átomo são:

- (a) prótons, elétrons e carga elétrica.
- (b) prótons, nêutrons e elétrons.
- (c) elétrons, nêutrons e átomo.
- (d) nêutrons, negativa e positiva.
- (e) nenhuma das alternativas anteriores.

Figura 16. Resposta dos alunos à sétima questão.



Fonte: Questionários. Elaboração dos autores.

Após a prática dos momentos pedagógicos, verificou-se um resultado positivo (veja a Figura 16), onde a assertividade da alternativa correta, letra B, passou de 71% para 100%. Assim como apresentado nas questões aplicadas anteriormente na turma do 2º ano, a experimentação com materiais de baixo custo apresentou resultados positivos no processo de ensino e aprendizagem na turma do 3º ano. Logo, a pesquisa apresenta, nos resultados analisados, uma alternativa para minimizar a ausência de laboratórios apropriados para o ensino de Física nas escolas públicas de Ensino Médio.

4 Considerações finais

A pesquisa reforça a importância e a necessidade de inovações no ensino de física, no sentido de levar o conteúdo ao aluno de forma diferente do método tradicional, retirando a ideia de complexidade e incapacidade de aprender Física. Os alunos desejam aprender, mas desde que isso seja feito de forma contextualizada e que possam participar ativamente no processo de ensino e aprendizagem.

Vale ressaltar que a experimentação não substitui o livro, o quadro, a definição de conceitos e a aplicação de cálculos, mas fortalece e contribui de forma significativa para o processo de aprendizado e a identificação dos fenômenos físicos do dia a dia. Por meio da experimentação em sala de aula, a pesquisa obteve o resultado esperado ao promover a inserção do conteúdo de forma diversificada, didática, de fácil acesso, demonstrando que não é necessário um espaço sofisticado para que o ensino e a aprendizagem ocorram eficazmente.

Portanto, o estudo mostrou que, com um planejamento de espaço, do conteúdo e do uso de objetos de fácil acesso e baixo custo, é possível que haja ensino e aprendizagem. Ressalta-se que é necessário que as escolas públicas disponham de laboratórios, onde o desenvolvimento do conhecimento científico ganha força. No entanto, na ausência desses recursos, as experimentações utilizando materiais de baixo custo se mostram como uma alternativa viável para o ensino de Física.

Referências

ARAÚJO, M. S. T. d.; ABIB, M. L. V. d. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de ensino de física**, v. 25, p. 176–194, 2003.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291–313, 2002.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Prova de Matemática e suas Tecnologias. **2º Dia - Caderno 5 – Amarelo – Aplicação digital, Questão 97**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem/provas-e-gabaritos>. Acesso em: 21 mar. 2022.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Prova de Matemática e suas Tecnologias. **2º Dia – Caderno 5 – Amarelo – Reaplicação/PPL, Questão 119**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem/provas-e-gabaritos>. Acesso em: 21 mar. 2022.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Prova de Ciências Humanas e suas Tecnologias. Prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. **1º Dia - Caderno 3 - Branco – Reaplicação/PPL, Questão 84.** 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem/provas-e-gabaritos>. Acesso em: 25 mar. 2022.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Prova de Ciências Humanas e suas Tecnologias. Prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. **1º Dia - Caderno 3 - Branco – Reaplicação/PPL, Questões 52 e 58.** 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem/provas-e-gabaritos>. Acesso em: 29 mar. 2022.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Prova de Ciências Humanas e suas Tecnologias. Prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. **1º Dia - Caderno 9 - Branco – Reaplicação/PPL, Questão 79.** 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem/provas-e-gabaritos>. Acesso em: 25 mar. 2022.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Prova de Ciências Humanas e suas Tecnologias. Prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. **Dia 1 - Caderno 1 - Azul – Aplicação regular, Questão 78.** 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem/provas-e-gabaritos>. Acesso em: 29 mar. 2022.

CAPISTRANO, L. L. M. Caminhos e descaminhos das aulas experimentais no ensino de física. **Cadernos Macambira**, v. 5, n. 2, p. 312–321, 2020.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, p. 219–238, 2016.

HEINECK, R.; VALIATI, E. R. A.; ROSA, C. d. Software educativo no ensino de física: análise quantitativa e qualitativa. **Revista Iberoamericana de Educación, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia**, v. 42, n. 6, p. 1–12, 2007.

LOSS, L.; MACHADO, M. de L. Pressupostos teóricos e metodológicos da disciplina de física: experiências didáticas. **XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física**. Rio de Janeiro, 2005.

MORAES, J. U. P. A visão dos alunos sobre o ensino de física: um estudo de caso. **Scientia Plena**. v. 5, n. 11. 2009.

MUSSI, R. F. de F.; MUSSI, L. M. P. T.; ASSUNÇÃO, E. T. C.; NUNES, C. Pi. Pesquisa quantitativa e/ou qualitativa: distanciamentos, aproximações e possibilidades. **Revista Sustinere**, v. 7, n. 2, p. 414–430, 2019.

PIETROCOLA, M. **Ensino de física**: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. [S.l.: s.n.], 2005.

PLICAS, L. M de A.; PASTRE, I. A.; TIERA, V. A. O. O uso de práticas experimentais em Química como contribuição na formação continuada de professores de Química. **Instituto de Biociências, letras e Ciências Exatas–UNESP**, São José do Rio Preto, 2010.

ROSA, C. T. W. da. **A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física**. 2012.

ROSA, C. T. W. da; DARROZ, L. M.; MARCANTE, T. E. A avaliação no ensino de física: práticas e concepções dos professores. **Revista electrónica de investigación em educación en ciencias**, Unicen, v. 7, n. 2, p. 41–53, 2012.

SILVA, M. N. M.; ROCHA FILHO, J. B. da. O papel atual da experimentação no ensino de física. **Salão de Iniciação Científica**, XI, p. 903–905, 2010.

ⁱFlávia Soares Nascimento, ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5846-8502>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

Licenciada em Física pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus de São Raimundo Nonato – PI.

Contribuição de autoria: investigação, metodologia, escrita e revisão.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5623468908188006>

E-mail: casrn.20181lfis0335@aluno.ifpi.edu.br

ⁱⁱLeia Soares da Silva, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4910-7354>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

Mestre em Educação pela Universidade Federal do Piauí (UFPI) e Especialista em Docência na escola de tempo integral. Docente e pedagoga do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus de São Raimundo Nonato – PI.

Contribuição de autoria: investigação, metodologia, escrita e revisão.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3488111213650021>

E-mail: leia.silva@ifpi.edu.br

ⁱⁱⁱJosé Moreira de Sousa, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3941-2382>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

Doutor em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus de São Raimundo Nonato – PI, vinculado ao curso de Licenciatura Plena em Física.

Contribuição de autoria: investigação, metodologia, escrita e revisão.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4869236190333106>

E-mail: josemoreiradesousa@ifpi.edu.br

^{iv} **Ana Paula Monteiro de Moura**, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6347-4340>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

Mestre em Educação pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus de São Raimundo Nonato – PI, vinculada aos cursos de Licenciatura em Física e Matemática.

Contribuição de autoria: investigação, metodologia, escrita e revisão.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1661084771379079>

E-mail: anapaula.moura@ifpi.edu.br

Editora responsável: Genifer ANdrade

Especialista *ad hoc*: Nildo Loiola Dias e Manuelle Araújo da Silva.

Como citar este artigo (ABNT):

NASCIMENTO, Flávia Soares *et al.* Materiais de baixo custo para experimentação no ensino de física em São Raimundo Nonato-PI. **Rev. Pemo**, Fortaleza, v. 6, e12367, 2025. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/revpemo/article/view/12367>

Recebido em 14 de janeiro de 2024.

Aceito em 11 de julho de 2024.

Publicado em 02 de janeiro de 2024.