

Eixo Temático: Formação do Educador, Trabalho Docente e Práticas Pedagógicas.
Comunicação oral ou Poster: Comunicação Oral

**CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE ENERGIA: A URGÊNCIA DA
FORMAÇÃO CONTINUADA TEÓRICO-EXPERIMENTAL PARA
PROFESSORES DE FÍSICA**

***CONCEPCIONES ALTERNATIVAS SOBRE LA ENERGÍA: LA URGENCIA DE LA
FORMACIÓN CONTINUA TEÓRICO-EXPERIMENTAL PARA PROFESORES DE
FÍSICA***

***ALTERNATIVE CONCEPTIONS ABOUT ENERGY: THE URGENCY OF
THEORETICAL-EXPERIMENTAL CONTINUOUS EDUCATION FOR PHYSICS
TEACHERS***

Herbert Alexandre João¹
Antonio Carlos Hernandez²

RESUMO: Este estudo investiga as concepções alternativas levantadas sobre a temática da conservação de energia em um curso de formação continuada teórico-experimental realizado com professores que ministram a disciplina de Física. O grupo de professores envolvidos impactam aproximadamente 8.500 estudantes de ensino médio. Os resultados revelaram lacunas significativas no conhecimento sobre o tema, destacando a importância de questões conceituais e atividades experimentais para a identificação e superação dessas concepções errôneas. Não houve diferença significativa nas respostas entre os diferentes perfis de participantes (por sexo, ano ou tipo de formação, ou curso de graduação), indicando que até mesmo professores com licenciatura em Física demonstraram equívocos conceituais nas respostas.

PALAVRAS-CHAVE: Formação de professores. Energia. Ensino de Física. Metodologia. Aprendizagem.

RESUMEN: *Este estudio investiga las concepciones alternativas sobre el tema de la conservación de la energía, planteadas durante un curso de formación continua teórico-experimental para profesores de Física. El grupo de docentes involucrado representa un impacto en aproximadamente 8.500 estudiantes de secundaria. Los resultados revelaron lagunas significativas en el conocimiento sobre el tema, destacando la importancia de las preguntas conceptuales y las actividades experimentales para identificar y superar estas*

¹ Universidade de São Paulo - Instituto de Física de São Carlos – (IFSC-USP), São Carlos – São Paulo – Brasil. Educador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6151-9947> Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4203763846813229> E-mail: herbert.joao@usp.br

² Universidade de São Paulo - Instituto de Física de São Carlos – (IFSC-USP), São Carlos – São Paulo – Brasil. Professor Titular. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2001-3784> Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2019448857205643> E-mail: hernande@ifsc.usp.br

concepciones erróneas. No se observaron diferencias significativas en las respuestas entre los diferentes perfiles de los participantes (por género, año o tipo de formación o curso de graduación), lo que indica que incluso los profesores con licenciatura en Física demostraron errores conceptuales en sus respuestas.

PALABRAS CLAVE: *Formación docente. Energía. Enseñanza de la Física. Metodología. Aprendizaje.*

ABSTRACT: *This study investigates the misconceptions regarding the topic of energy conservation raised during a theoretical-experimental continuous education course for physics teachers. The group of teachers impacts approximately 8,500 high school students. The results reveal significant knowledge gaps on the topic, emphasizing the importance of conceptual questions and experimental activities in identifying and overcoming these misconceptions. There were no significant differences in responses among participants with different profiles (by gender, year of graduation, or degree), indicating that even teachers with a degree in Physics demonstrated conceptual misunderstandings in their responses.*

KEYWORDS: *Teacher training. Energy. Physics education. Methodology. Learning.*

Introdução

A formação continuada de professores é crucial para garantir a qualidade do ensino e promover uma aprendizagem efetiva, especialmente em disciplinas como física, que demandam sólida compreensão conceitual. Carvalho (2004, p. 11) destaca que os programas de formação de professores de ciências devem acompanhar as inovações pedagógicas e científicas, equipando os docentes para superar desafios em sala de aula. A formação continuada é um caminho para corrigir lacunas conceituais, como as relacionadas à conservação de energia, tema suscetível a concepções alternativas.

Estudos recentes reforçam a importância de enfrentar essas concepções. McLure, Won e Treagust (2020) identificam que muitos professores de física ainda apresentam *misconceptions* sobre conceitos fundamentais, como a conservação de energia, mesmo após a formação inicial. Esse desafio é confirmado por Hestenes (1987), que apontou que concepções equivocadas, como a crença de que a energia pode ser "criada", são comuns até entre profissionais. Essas lacunas reforçam a necessidade de formações teórico-práticas mais efetivas.

Uma das maneiras mais eficazes de superar essas concepções alternativas é o uso de atividades experimentais que promovam o choque conceitual. Um estudo realizado por Crouch e Mazur (2001) demonstrou que atividades experimentais ativas, que envolvem a participação direta do professor e aluno, contribuem significativamente para a reconstrução

do conhecimento. Essas atividades podem ser adaptadas para incluir experimentos manipulativos, virtuais ou mesmo demonstrativos, conforme proposto por Gaspar (2014, p. 60), que aponta que, mesmo em demonstrações, o professor pode provocar questionamentos que facilitam a compreensão dos conceitos científicos.

Além disso, o contexto das avaliações institucionais é crucial para entender o impacto dessas lacunas conceituais. O PISA (Programme for International Student Assessment), organizado pela OCDE, avalia o desempenho de alunos de 15 anos em várias áreas, incluindo ciências, e é utilizado internacionalmente. Já a Prova Brasil, aplicada em escolas públicas no Brasil, avalia os estudantes do ensino fundamental em português e matemática. No estado de São Paulo, o SARESP (Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo) foi o principal avaliador do ensino médio até 2022. Em 2023, foi substituído pelo Provão Paulista, com o objetivo de medir o desempenho dos estudantes de forma mais abrangente e apoiar políticas educacionais. Os resultados do SARESP 2023 para a disciplina de Física no ensino médio foram alarmantes, com um aproveitamento inferior a 25% conforme aponta o sumário executivo em São Paulo (2023), o pior entre todas as disciplinas avaliadas.

Este estudo, realizado com 25 professores de Física da região de Sertãozinho no interior do estado de São Paulo, visa investigar as lacunas conceituais dos docentes sobre a conservação de energia e propor estratégias pedagógicas eficazes para o ensino de energia.

Metodologia

A pesquisa quantitativa teve como objetivo avaliar o nível de compreensão dos professores com atribuições na disciplina de Física, ministrada para estudantes do Ensino Médio da rede pública estadual, em relação ao conceito de energia. Para isso, foi apresentada aos professores uma única pergunta no formato "verdadeiro ou falso" (com a opção adicional "não sei responder"), que questionava: "Energia é criada como o resultado de uma atividade?".

A amostra da pesquisa foi composta de 25 professores graduados em ciências exatas, com 93% das professoras e 91% dos professores com ensino superior realizado em faculdade ou universidade pública. A coleta de informações aconteceu antes do início de uma ação formativa de 7 horas, realizada em um único dia, em temas de física, como eletricidade, luz e cores, óptica geométrica, mecânica, acústica e termodinâmica.

A seleção dos participantes foi de responsabilidade da Coordenação Pedagógica da Diretoria de Ensino da Região de Sertãozinho (DRE), SP, com o critério de incluir exclusivamente professores com aulas de Física atribuídas e que estivessem diretamente envolvidos no ensino médio. Cada professor representava uma unidade escolar distinta e tinha a responsabilidade de atuar como multiplicador, disseminando os conhecimentos adquiridos aos demais professores em suas respectivas escolas.

Dos 25 professores, 11 se identificaram como sendo do gênero masculino e 14 do feminino. No que se refere à autodeclaração racial, 71% das professoras se identificaram como brancas e 29% como pardas, sem a presença de professoras que se declarassem pretas. Entre os professores homens, 64% se declararam brancos, 27% pardos e 9% pretos. A Tabela 1 apresenta o perfil detalhado dos respondentes.

Tabela 1. Perfil dos Professores Respondentes

Cor/Gênero	Feminino	Masculino	Total
Branca	10 (71%)	7 (64%)	17 (68%)
Parda	4 (29%)	3 (27%)	7 (28%)
Preta	0 (0%)	1 (9%)	1 (4%)
Curso de Graduação			
Licenciatura em Física	4 (29%)	2 (18%)	6 (24%)
Licenciatura em Química	9 (64%)	3 (27%)	12 (48%)
Engenharias	0 (0%)	3 (27%)	3 (12%)
Licenciatura em Matemática	0 (0%)	2 (18%)	2 (8%)
Não responderam	1 (7%)	1 (9%)	2 (8%)
Ano de formação			
até o ano de 2012	4 (29%)	4 (36%)	8 (32%)
de 2013 a 2019	5 (36%)	2 (18%)	7 (28%)
a partir de 2020	3 (21%)	1 (9%)	4 (16%)
não declarou	2 (14%)	4 (36%)	6 (24%)

Fonte: Elaboração própria

Resultados e discussão

Os resultados da questão: "Energia é criada como o resultado de uma atividade?" estão apresentados na Tabela 2, discriminados por gênero, curso de formação no ensino superior e ano de conclusão da graduação. Considerando que, de acordo com a lei da conservação de energia, esta não pode ser criada, apenas transformada, a resposta correta para a questão seria "falso". No entanto, 76% dos professores indicaram no formulário "verdadeiro", o que está em desacordo com os princípios fundamentais da Física. Apenas a resposta "falso" é capaz de expressar adequadamente que qualquer atividade realizada transforma energia, mas não a cria.

Tabela 2. Classificação das Respostas à Pergunta Conceitual Sobre Energia, Por Gênero, Por Curso de Formação no Ensino Superior e Por Ano de Conclusão

	Verdadeiro	Falso	Não sei	Total
Gênero/Total	19 (76%)	5 (20%)	1 (4%)	25 (100%)
Feminino	11	2	1	14
Masculino	8	3	0	11
Curso de graduação/Total	17 (68%)	5 (20%)	3 (12%)	25 (100%)
Licenciatura em Física	4	2	0	6
Licenciatura em Química	8	3	1	12
Engenharias/Matemática	3	0	0	3
Licenciatura em Matemática	2	0	0	2
Não responderam	0	0	2	2
Ano de formação/ Total	19 (76%)	5 (20%)	1 (4%)	25
até o ano de 2012	5	3	0	8
de 2013 a 2019	6	1	0	7
a partir de 2020	3	0	1	4
não declarou	5	1	0	6

Fonte: Elaboração própria

Esse resultado evidencia a necessidade de intervenções mais aprofundadas na formação continuada de professores de Física. A confusão em relação a conceitos fundamentais, como o de energia, aponta para lacunas no entendimento científico, que podem ter sido perpetuadas ao longo da formação acadêmica ou no exercício da docência. Referenciais teóricos como Gatti (2003, p. 1370), que discute o impacto de uma formação continuada alinhada às necessidades práticas do cotidiano escolar, e Marcelo (2009, p. 45), que reforça a importância de programas formativos baseados na reflexão sobre a prática, tornam-se especialmente relevantes neste contexto. O aprimoramento das competências conceituais e didáticas dos professores é crucial para evitar a transmissão de noções equivocadas aos estudantes, reforçando, assim, o papel transformador da educação científica.

A Tabela 2 evidencia, também, que a formação e o tempo de conclusão dos cursos não garantiram domínio dos conceitos fundamentais. Além disso, o impacto dos professores avaliados se estende a, aproximadamente, 8.500 estudantes matriculados, destacando a amplitude do problema. De acordo com o sumário executivo do SARESP disponível em São Paulo (2023), o desempenho médio dos alunos nas disciplinas científicas é alarmante: apenas 21,3% da aprendizagem esperada foi atingida nas escolas onde atuam os professores que participaram deste curso. A transmissão de concepções errôneas afeta diretamente a compreensão dos estudantes e perpetua déficits de aprendizagem.

Os resultados reforçaram a importância de atividades experimentais e metodologias que provoquem o choque conceitual, como defendido por Posner et al. (1982, p. 215). Professores que participaram de maneira ativa nas atividades práticas durante a formação demonstraram maior capacidade de rever suas concepções equivocadas. A liberdade pedagógica também precisa ser incentivada, pois o atual modelo de aulas pré-planejadas pela Secretaria de Educação limita a inovação e a autonomia docente, conforme observado durante a formação.

Este estudo sugere que programas formativos contínuos e aprofundados são essenciais para melhorar o ensino de física. É necessário apoiar o desenvolvimento de competências didáticas e conceituais, dando aos professores espaço para inovar e aplicar metodologias eficazes que corrijam concepções alternativas.

Como proposta de intervenção para abordar as concepções alternativas sobre energia e conservação de energia, pode-se envolver o uso de atividades experimentais que

demonstrem a conservação e transformação de energia de maneira prática e visual. Um estudo de Sadler e Sonnert (2016) destaca que muitos estudantes apresentaram concepções errôneas, como acreditar que a energia pode ser destruída ou criada. Essas concepções podem ser superadas por meio de experimentos que proporcionem experiências diretas de fenômenos relacionados à energia.

Um exemplo de atividade prática recomendada é o experimento da rampa com loop, que pode ser utilizado para demonstrar a conservação e transformação de energia de forma clara e visual. Nesse experimento, um carrinho ou uma esfera percorre uma rampa que inclui um loop, o que permite a observação direta da conversão de energia potencial gravitacional em energia cinética. Esse tipo de experimento oferece uma excelente oportunidade para discutir com os alunos como a energia é transformada e conservada em sistemas físicos, permitindo também relacioná-lo com exemplos do cotidiano, como o funcionamento de uma montanha-russa. Além da conservação de energia, o experimento possibilita o ensino de outros tópicos de mecânica, como velocidade, aceleração, força normal, e a energia dissipada por atrito.

De acordo com Gaspar (2014), experimentos demonstrativos como esse são ferramentas valiosas para ensinar conceitos de Física, pois permitem que os alunos observem diretamente os fenômenos, facilitando a compreensão conceitual. Mesmo em demonstrações realizadas pelo professor, os alunos podem ser incentivados a fazer previsões e cálculos, o que favorece a identificação de concepções alternativas e a sua correção.

Essa metodologia pode ser implementada em sala de aula como parte de uma sequência investigativa, complementada por simuladores interativos como o PhET, que oferece um ambiente seguro para que os alunos explorem diferentes cenários de transformação de energia e visualizem diretamente os conceitos em ação. Além disso, recursos do Teach Engineering também oferecem uma variedade de atividades práticas e simuladores que podem ser usados para demonstrar conceitos como a conservação de energia de maneira interativa e eficiente. O uso desses recursos facilita a compreensão conceitual e auxilia no processo de superação das concepções errôneas.

Assim, para superar estas concepções alternativas sempre requer o participante engajado e ativo. Para tal, a estratégia é levar o sujeito a uma imersão por meio de um desafio ou problema. Isso, primeiramente contribui para a elaboração do pensamento e o levantamento dos conhecimentos prévios, como também, é essencial para que ocorra o

choque conceitual. Tal estratégia pode ser executada em diferentes contextos, seja por meio de experimentação manipulativa, onde o estudante ou professor em formação realiza a prática, ou de forma demonstrativa, onde o mediador realiza a atividade. O mesmo se repete para as simulações, onde o mesmo pode ser manipulado ou demonstrado. Vale destacar que essa metodologia é completamente distinta de uma aula expositiva dialogada, que serve à grande parte das salas de aula, especialmente no atual contexto de ensino na rede estadual paulista.

Neste caso, existem evidências robustas de que o sujeito pode apresentar resultados precisos em avaliações, porém segue com sua concepção prévia após a trajetória escolar, conforme destacam Kaltacki-Gurel, Eryilmaz e McDermott (2017, p. 245), indicando que essas concepções errôneas são profundamente enraizadas e podem persistir apesar da educação formal, mesmo entre indivíduos com formação superior.

Considerações finais

Os resultados desta pesquisa reforçam a urgência de programas formativos contínuos e aprofundados para professores de Física, especialmente no que diz respeito ao conceito de energia. A elevada proporção de respostas incorretas à questão sobre conservação de energia evidencia lacunas conceituais que podem ser perpetuadas ao longo da prática docente, comprometendo a aprendizagem dos estudantes.

Embora os resultados não indicarem diferenças significativas entre o percentual de acertos e erros por gênero, isso não se aplica aos professores com formação superior em licenciaturas de Química ou Matemática. Desses, 76% estão ministrando aulas de física na região, e apenas 16% assinalaram a resposta correta.

Nossos resultados corroboram dados recentes que mostraram existir uma proporção significativa de professores lecionando Física no Brasil sem formação específica na área. De acordo com o Censo Escolar, cerca de 57,7% dos professores de Física possuem licenciatura na disciplina. O restante atua com formação em áreas correlatas, como Matemática ou Química, o que pode comprometer a qualidade do ensino de Física INEP (2022). O impacto na aprendizagem dos estudantes pode ser estimado a partir do resultado do SARESP, no qual os 8.500 alunos desses professores participantes apresentaram um desempenho médio de 21,3% da aprendizagem esperada em física.

Os resultados também revelaram existir a necessidade urgente de programas de formação continuada teórico-experimental que alinhem a formação dos professores às

disciplinas que lecionam, conforme estabelecido nas metas 15 e 16 do Plano Nacional de Educação (PNE). Assim, é essencial que programas formativos ofereçam suporte contínuo e possibilitem aos professores inovar na prática pedagógica, promovendo uma educação científica transformadora e alinhada às demandas reais do contexto escolar. Para isso, é importante observar a autonomia pedagógica, que tem sido limitada no estado de São Paulo com o uso de aulas pré-planejadas, como relataram muitos participantes.

REFERÊNCIAS

- BRASIL.** Lei nº 13.005 de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Brasília: MEC, 2014. Disponível em: <http://pne.mec.gov.br>. Acesso em: 18 out. 2024.
- CARVALHO, A. M. P.** A formação de professores de ciências: Tendências e inovações. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 6, n. 2, p. 11-25, 2004.
- CARVALHO, A. M. P.** Formação continuada de professores de ciências: Reflexões e proposições. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 22, n. 1, p. 95-113, 2005.
- CROUCH, C. H.; MAZUR, E.** Peer instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, v. 69, n. 9, p. 970-977, 2001.
- GASPAR, A.** A importância dos experimentos demonstrativos no ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 36, n. 1, p. 60-69, 2014.
- GATTI, B. A.** Formação de professores no Brasil: características e problemas. *Educação e Sociedade*, v. 24, n. 85, p. 1367-1396, 2003. Disponível em: <http://www.cedes.unicamp.br>. Acesso em: 10 out. 2024.
- HESTENES, D.** Toward a modeling theory of physics instruction. *American Journal of Physics*, v. 55, n. 5, p. 440-454, 1987.
- INEP.** Resumo Técnico do Censo Escolar 2022. Brasília: INEP, 2022.
- KALTACKI-GUREL, D.; ERYILMAZ, A.; MCDERMOTT, L.** Development and application of a four-tier test to assess pre-service physics teachers' misconceptions about geometrical optics. *Research in Science & Technological Education*, v. 35, n. 2, p. 238-260, 2017.
- MARCELLO, C.** Desenvolvimento profissional docente: passaporte para a profissionalização. *Revista Brasileira de Educação*, v. 14, n. 40, p. 94-105, 2009.
- McLURE, F.; WON, M.; TREAGUST, D. F.** A multidimensional conceptual change framework for science education. *Science Education*, v. 104, n. 3, p. 517-545, 2020.
- POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W.; GERTZOG, W. A.** Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, v. 66, n. 2, p. 211-227, 1982.
- SADLER, P. M.; SONNERT, G.** Understanding misconceptions: Teaching and learning in middle school physical science. *Science Education*, v. 100, n. 3, p. 424-451, 2016.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação.** Sumário executivo: Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP) 2023. São Paulo: FDE, 2023.

Submetido em: 18/10/2024

Aprovado em: dt/mês/ano