

Percepção de Ciência e Pseudociência: O que revelam os licenciandos em Ciências Naturais?

Perception of Science and Pseudoscience: What do pre-service Natural Science teachers reveal?

Gabriel da Silva Lima ^a, Ana Lucia Pereira ^b, José Tadeu Teles Lunardi ^b

^a Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Tecnologia (PPGECT), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Ponta Grossa, Brasil; ^b Departamento de Matemática e Estatística (DEMAT), Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Ponta Grossa, Brasil.

Resumo. A presente investigação apresenta os resultados de um índice de alfabetização científica, construído com base em escalas internacionais e adaptado ao cenário brasileiro, incorporando práticas e crenças específicas presentes no debate público nacional. O estudo parte da análise das percepções sobre a natureza da ciência e pseudociência entre licenciandos em Ciências Biológicas, Física e Química. Com abordagem quali-quantitativa, utilizou-se como instrumento de pesquisa um questionário online, respondido por 173 estudantes de cursos presenciais em instituições públicas brasileiras. Nossos resultados revelam compreensão moderada sobre princípios da ciência, mas dificuldades recorrentes na demarcação entre ciência e pseudociência. Estudantes dos anos finais (seniores) demonstraram desempenho superior aos calouros, embora de forma heterogênea entre os cursos. Em relação aos cursos, os maiores níveis de alfabetização científica foram dos estudantes de Física, seguidos de Biologia e, por último, Química. Os resultados reforçam a necessidade de integrar, de maneira sistemática, conteúdos de epistemologia, história e filosofia da ciência na formação docente, como estratégia para promover o pensamento crítico e enfrentar a disseminação das pseudociências no contexto educacional.

Palavras-chave:

Formação de Professores de Ciências da Natureza, Natureza da Ciência, Pseudociência, Alfabetização Científica.

Submetido em

27/11/2025

Aceito em

05/05/2026

Publicado em

14/07/2026

Abstract. This study presents the results of a scientific literacy index, developed based on international scales and adapted to the Brazilian context, incorporating specific practices and beliefs present in national public debates. The analysis focuses on perceptions of the nature of science and pseudoscience among undergraduate students in Biological Sciences, Physics, and Chemistry teacher education programs. Employing a mixed-methods approach, the study used an online questionnaire completed by 173 students attending in-person courses at Brazilian public universities. Our findings reveal a moderate understanding of scientific principles, but recurring difficulties in distinguishing between science and pseudoscience. Senior students outperformed freshmen, although results varied across disciplines. In terms of courses, the highest levels of scientific literacy were found among physics students, followed by biology students and, lastly, chemistry students. These findings underscore the need to systematically integrate epistemology, history, and philosophy of science into teacher education as a strategy to promote critical thinking and counter the spread of pseudoscience in educational settings.

Keywords:

Teacher Education in Natural Sciences, Nature of Science, Pseudoscience, Scientific Literacy.

Introdução

O mundo contemporâneo vive um momento histórico em que o acesso à informação se ampliou com a ascensão das tecnologias digitais. A velocidade e o volume de informações nas mídias digitais dificultam a verificação crítica das fontes e favorecem a difusão de conteúdos pseudocientíficos, que adquirem credibilidade pela repetição e pela aparência de rigor científico (Lewandowsky et al., 2017). A autoridade exercida por afirmações travestidas de linguagem científica, especialmente em ambientes de “viralização” de conteúdos, como as

redes sociais, exige da população uma postura crítica que lhe permita avaliar a veracidade dessas informações.

Essa problemática assume contornos ainda mais preocupantes no campo educacional, especificamente no que se refere à formação de professores de Ciências da Natureza. Esses profissionais, que futuramente atuarão como mediadores entre o saber científico e a Educação Básica, são, por consequência, peças centrais na construção do pensamento crítico e na promoção de uma cultura científica entre os estudantes. Diversas pesquisas têm sinalizado limitações tanto na formação epistemológica quanto na didática desses licenciandos, evidenciando uma tensão entre o domínio de conteúdos específicos da área e a compreensão dos princípios gerais e da filosofia da ciência (Lima et al., 2024).

Apesar do avanço da literatura sobre alfabetização científica e ensino de ciências, ainda são escassos os estudos empíricos que investigam diretamente as concepções de ciência e pseudociência entre licenciandos brasileiros (Lima et al., 2024). Essa lacuna torna-se ainda mais relevante diante do crescimento de práticas pseudocientíficas institucionalizadas e da tolerância estatal e social a tais práticas, que frequentemente se amparam no discurso da legitimidade científica, ainda que sem respaldo epistemológico (Pasternak, 2017; Syed, 2020).

Nesse contexto, torna-se fundamental investigar como os futuros professores de Ciências da Natureza concebem a própria ciência e reconhecem manifestações pseudocientíficas. A compreensão dessas percepções permite avaliar em que medida a formação inicial tem promovido não apenas o domínio conceitual, mas também o desenvolvimento de uma atitude epistemologicamente crítica e reflexiva diante do conhecimento científico e de suas fronteiras com a pseudociência. Esta pesquisa fundamenta-se na epistemologia de Mario Bunge (1987), para a compreensão da natureza da ciência, da pseudociência e de seus critérios de demarcação. No campo do ensino de ciências, adotamos a abordagem contextual, que compreende a ciência como um processo histórico, social e humano, e não apenas como um conjunto de verdades prontas, conforme Matthews (1995) e Gil-Pérez et al. (2001).

À luz dessas premissas, este estudo tem como objetivo geral analisar as percepções de professores de Ciências da Natureza em formação sobre a natureza da ciência e sua capacidade de avaliar afirmações pseudocientíficas. Para isso, estabelecemos os seguintes objetivos específicos: (i) identificar as percepções e crenças desses sujeitos em relação à ciência e à pseudociência; e (ii) comparar as percepções de calouros e seniores dos cursos de licenciatura, buscando indícios de mudanças dessas percepções ao longo da formação. A partir dessas premissas teóricas, o estudo buscou avaliar as concepções de licenciandos utilizando instrumentos que quantificam o grau de alfabetização científica e o reconhecimento de ideias pseudocientíficas.

Revisão da Literatura

A revisão de literatura que fundamenta esta pesquisa foi desenvolvida por Lima et al. (2024) e sistematizada por meio de um estudo do tipo estado do conhecimento, conforme os

pressupostos teóricos de Romanowski (2006). Esse estudo analisou 21 pesquisas empíricas internacionais sobre a percepção de ciência e pseudociência entre professores em formação. A análise foi organizada em quatro eixos principais: (i) as tendências mais relevantes de publicação; (ii) o conceito de pseudociência adotado; (iii) os principais resultados encontrados; e (iv) as implicações para o ensino de ciências.

No que se refere às principais tendências de publicação, observou-se que a produção sobre o tema é escassa e concentrada majoritariamente fora da América Latina, com predominância de estudos voltados à formação inicial. A análise da estrutura dos artigos revelou três dimensões recorrentes: compreensão da natureza da ciência, identificação de práticas pseudocientíficas e critérios de demarcação epistemológicos. Em termos metodológicos, há equilíbrio entre abordagens qualitativas, quantitativas e mistas, com predominância do uso de questionários. Os temas pseudocientíficos variam conforme o contexto cultural, desde o criacionismo e as terapias alternativas até a astrologia e os fenômenos paranormais.

Quanto ao conceito de pseudociência, a maioria dos estudos apresentou definições implícitas, baseadas em exemplos ou atributos como a ausência de evidência, a resistência à refutação (falseabilidade) e o uso de argumentos de autoridade. Essa limitação conceitual reforça a necessidade de um aprofundamento epistemológico mais consistente, especialmente na formação docente. Os resultados convergem para o reconhecimento de que muitos professores em formação mantêm crenças pseudocientíficas mesmo após anos de graduação, como evidenciado em investigações recentes realizadas em diferentes contextos (Cadena-Nogales et al., 2022; Kizilcik, 2022; Pujalte et al., 2021). Tal atitude foi associada a lacunas na formação científica e à influência de fatores socioculturais, religiosos e cognitivos. A principal recomendação encontrada diz respeito à necessidade de práticas pedagógicas voltadas à argumentação, ao debate epistemológico e à análise crítica, como caminhos para fortalecer a alfabetização científica.

Quanto às implicações para o ensino de ciências, os estudos indicam que a formação inicial do docente deve integrar, de forma sistêmica, discussões sobre a natureza da ciência e os critérios de demarcação. Entretanto, tais discussões não devem ser tratadas como um fim em si mesmas, mas sim como meio para o desenvolvimento do pensamento crítico, da autonomia intelectual e da alfabetização científica. Diante da escassez de publicações sobre o tema e dos resultados preocupantes apontados na literatura, reforça-se a necessidade de novas pesquisas empíricas, especialmente no contexto brasileiro, que fortaleçam a formação inicial e continuada, tornando-a mais crítica, epistemologicamente fundamentada e comprometida com a promoção de uma educação científica de qualidade.

Referencial Teórico

A compreensão dos conceitos de ciência e pseudociência tem sido debatida por diversos filósofos e teóricos da ciência. Segundo Chalmers (1993), a ciência se diferencia de outros tipos de conhecimentos por ser organizada sistematicamente e estar aberta a testes e revisões. Mario Bunge, um dos principais autores mobilizados neste trabalho, propõe um modelo realista e rigoroso da ciência, fundamentado em doze critérios que envolvem aspectos como

a coerência lógica, o vínculo com a realidade empírica, a testabilidade e a integração com o que já se conhece (Bunge, 1984, 2002). O autor destaca que a pseudociência é qualquer prática ou doutrina que tenta se passar por ciência, mas que não segue os critérios básicos de validação científica.

Bunge (1987) rejeita qualquer forma de subjetivismo e relativismo que fragilize o compromisso com a verdade objetiva. Sua distinção entre ciência e pseudociência não se limita aos métodos, mas também considera o tipo de linguagem, a comunidade envolvida e os objetivos pretendidos. Enquanto a ciência busca explicações testáveis e coerentes sobre o mundo real, a pseudociência recorre a justificativas dogmáticas, isoladas do debate racional e da possibilidade de refutação empírica (Bunge, 2002). Essa abordagem filosófica é especialmente relevante para a educação científica, pois oferece fundamentos sólidos para ensinar os critérios que qualificam uma prática como científica.

O clássico problema da demarcação abordado por Popper (1972), a falseabilidade, continua a orientar reflexões sobre o que diferencia ciência de não-ciência, ainda que tal critério tenha sido revisado e complementado por autores como Kuhn (1978), com o seu modelo de paradigmas e revoluções científicas, e Lakatos (1989), com sua proposta dos programas de pesquisa científica. Enquanto Popper privilegia a refutabilidade como marca central da ciência, Kuhn destaca que a ciência opera dentro de paradigmas que só são substituídos por outros quando ocorrem “revoluções científicas”. Já Lakatos introduz a noção de “núcleo duro” dos programas de pesquisa, propondo que uma teoria só deve ser abandonada quando falha em gerar previsões novas e progressivas.

Além disso, contribuições recentes, como as de Hansson (2017, 2021), reforçam a necessidade de critérios contextualizados e enfatizam que nem toda não-ciência é pseudociência (as chamadas zonas cinzentas), ressaltando categorias intermediárias como a protociência, que é uma forma de conhecimento ainda em desenvolvimento, mas potencialmente científicas, e os campos que tratam de temas fora do escopo da ciência, como crenças metafísicas. Para Hansson (2017), a demarcação deve ser multifatorial e situacional, considerando tanto aspectos epistemológicos quanto sociais. Ele argumenta que o foco exclusivo em um único critério, como a falseabilidade, é insuficiente para lidar com a complexidade das práticas científicas e não científicas no mundo contemporâneo.

No contexto brasileiro, o desafio de demarcar certas práticas se amplia quando as pseudociências são incorporadas em instituições públicas, como é o caso de algumas das Práticas Integrativas e Complementares em Saúde (PICS) oferecidas pelo Sistema Único de Saúde (SUS), alvo de críticas por serem desprovidas de respaldo científico (Pasternak, 2018). Diante desse cenário, a abordagem de Bunge é especialmente útil, pois oferece uma estrutura rigorosa para analisar os campos cognitivos, distinguindo aqueles comprometidos com a verdade, a coerência lógica e a estabilidade, dos que operam à margem dos critérios da prática científica.

Essa problemática evidencia um paradoxo recorrente no cenário brasileiro: mesmo diante de um corpo científico sólido e acessível, muitas decisões públicas seguem orientadas por práticas desprovidas de validação empírica. O ceticismo metodológico defendido por Sagan

(1996) e reforçado por Schappo (2021), nem sempre é incorporado de forma crítica na vida cotidiana, sobretudo quando o discurso pseudocientífico assume uma aparência técnica e se difunde por canais populares de informação, como as redes sociais. Dessa forma, o que está em jogo não é apenas a qualidade do conhecimento que circula nessas mídias, mas também as condições da população, muitas vezes vulnerável, de decidir sobre saúde, bem-estar e educação.

No campo do Ensino de Ciências, a alfabetização científica emerge como um conceito-chave. Ela vai além da simples aquisição de conteúdos conceituais, incorporando o desenvolvimento do pensamento crítico, a compreensão da natureza da ciência (NdC) e a capacidade de avaliar afirmações com base em evidências (Demo, 2010; Sagan, 1996). A inserção da História e Filosofia da Ciência (HFC) na formação docente é, nesse sentido, uma via promissora para o desenvolvimento dessas competências.

Gil-Pérez et al. (2001) argumentam que muitas visões deformadas da ciência ainda são reproduzidas em sala de aula, como a ideia de que a ciência é infalível, dogmática ou descontextualizada. Para superar essas limitações, os autores sugerem uma abordagem contextualizada e crítica do Ensino de Ciências. De maneira análoga, documentos curriculares nacionais (Brasil, 2018) e internacionais (Matthews, 1995) propõem que a ciência seja abordada como um empreendimento histórico, cultural e social.

Por fim, destaca-se que a formação docente deve preparar futuros professores para reconhecer e enfrentar discursos pseudocientíficos, evitando sua transmissão acrítica aos estudantes. Para isso, é indispensável que a formação contemple conteúdos epistemológicos sólidos e estratégias pedagógicas que estimulem a argumentação, a análise crítica e a tomada de decisões fundamentadas. Como argumenta Sagan (1996), em uma sociedade repleta de desinformação, é urgente formar cidadãos, e, em especial, professores, capazes de distinguir a ciência da imitação barata.

Métodos

Este estudo adotou uma abordagem de métodos mistos do tipo convergente, combinando estratégias qualitativas e quantitativas para investigar as percepções de professores de Ciências da Natureza em formação sobre ciência e pseudociência. Nesse delineamento, ambas as dimensões foram conduzidas de forma simultânea e integradas na etapa interpretativa, permitindo uma compreensão mais abrangente do fenômeno estudado. Segundo Creswell e Plano Clark (2011), a integração entre dados qualitativos e quantitativos possibilita maior profundidade analítica e validade interpretativa, superando limitações de abordagens isoladas. No presente estudo, a vertente qualitativa contribuiu para contextualizar e enriquecer a compreensão das crenças e concepções dos participantes, enquanto a vertente quantitativa permitiu identificar padrões e variações de forma objetiva e mensurável (Bogdan & Biklen, 1994).

Os sujeitos da pesquisa são 173 licenciandos dos cursos de Ciências Biológicas, Física e Química, matriculados em cursos presenciais de instituições públicas de ensino superior no

Brasil. A amostragem foi não probabilística por conveniência, considerando a adesão voluntária dos licenciandos que receberam o convite eletrônico. Reconhece-se, portanto, que a amostragem por conveniência pode limitar a representatividade da amostra e introduzir vies de seleção. Assim, os resultados serão interpretados como indicativos exploratórios.

Foram contemplados acadêmicos do primeiro e último anos do curso (4º ou 5º ano, dependendo da grade curricular). Adotou-se o termo “calouros” para os estudantes do primeiro ano, e “seniores” para os estudantes em fim de curso. Optou-se por esse recorte específico baseado no entendimento de que o contexto de formação proporciona maior inserção dos estudantes em práticas acadêmicas diversificadas, como estágios supervisionados, pesquisa e extensão.

Essa seleção visa identificar e comparar as percepções desses dois grupos de sujeitos. Buscou-se analisar de que modo o percurso formativo oferecido nesses cursos contribui para o desenvolvimento da alfabetização científica dos futuros professores. Neste estudo, o conceito de alfabetização científica é compreendido para além da mera assimilação de conteúdos técnicos, abrangendo de forma central as concepções dos licenciandos sobre a natureza da ciência, seus métodos e suas formas de produção e validação do conhecimento. Tal perspectiva inclui, ainda, a compreensão das fronteiras epistemológicas que distinguem a ciência do senso comum e das pseudociências.

O instrumento de coleta de dados consistiu em um questionário digital, dividido em três seções: perfil dos participantes, questões discursivas sobre ciência e docência, e 32 afirmações organizadas em dois blocos, um sobre natureza da ciência e outro sobre pseudociência, avaliadas em escala Likert de 6 pontos (concordo totalmente, concordo, neutro, discordo, discordo totalmente e não entendi). Nosso questionário foi inspirado na Escala de Conhecimento de Método Científico de Adam e Manson (2014) e na Escala de Crenças Pseudocientíficas de Fasce e Picó (2019). No entanto, os tópicos foram modificados para incluir pseudociências que estão em pauta no cenário nacional, como critério de escolha, utilizamos alguns dos temas já discutidos na Revista Questão de Ciência.

O questionário teve caráter adaptativo e exploratório, não sendo proposto como escala psicométrica padronizada, mas como instrumento contextualizado para esta pesquisa, coerente com os princípios epistemológicos de Bunge (1987) e Gil-Pérez et al. (2001). Cada tema investigado foi operacionalizado em forma de afirmação, elaborada de modo a refletir concepções específicas da epistemologia científica. Por exemplo, a dimensão criatividade científica foi representada pela afirmação “Os cientistas seguem passo a passo um método científico universal, sem espaço para a criatividade”. Assim, respostas de concordância indicam aderência a uma visão empirista e mecanicista, enquanto respostas de discordância se alinham à concepção contemporânea de ciência como atividade criativa e não linear (Gil-Pérez et al., 2001; Matthews, 1995). Esse mesmo princípio orientou a formulação dos demais itens, cada um associado a um tema epistemológico específico, como falseabilidade, influência da teoria na observação e demarcação entre ciência e pseudociência.

Neste estudo, foram analisadas exclusivamente as respostas às questões objetivas, desconsiderando aquelas em que os participantes selecionaram a opção “não entendi”. Os

dados quantitativos foram organizados e tabulados em planilha eletrônica utilizando o software Microsoft Excel®, sendo atribuídas pontuações de acordo com o número de acertos e erros. Posteriormente, para a realização das análises estatísticas e a elaboração dos gráficos, empregou-se o software Wolfram Mathematica®.

Cabe esclarecer que a designação de respostas como “acerto” ou “erro”, neste estudo, não se baseia em juízos subjetivos ou morais, mas sim na adesão ou não aos princípios da epistemologia científica adotada como referencial teórico, especialmente a perspectiva racionalista e crítica defendida por Bunge (1987), e a concepção de ciência como atividade criativa, provisória e socialmente contextualizada proposta por Gil-Pérez et al. (2001). Diante disso, considerou-se como “acerto” a resposta que se alinha com o consenso científico estabelecido e respaldado por evidências empíricas, enquanto as respostas classificadas como “erro” são aquelas que reproduzem crenças pseudocientíficas, infundadas ou inconsistentes com o método científico. Essa delimitação se justifica pela necessidade de um critério epistêmico claro, coerente com os objetivos da pesquisa e com os fundamentos da alfabetização científica.

Para a construção do escore, foi atribuída uma pontuação específica a cada resposta, de acordo com o grau de alinhamento ao consenso científico esperado. Nos itens em que a alternativa considerada correta implicava concordância, adotou-se a seguinte escala de valores: “concordo totalmente” = 1,0 ponto; “concordo” = 0,75; “neutro” = 0,5; “discordo” = 0,25; e “discordo totalmente” = 0. O mesmo raciocínio foi aplicado de forma inversa nos casos em que a resposta cientificamente adequada correspondia à discordância. Essa ponderação permitiu graduar o nível de aderência epistemológica dos participantes, evitando uma dicotomização rígida entre respostas “certas” e “erradas” e captando nuances intermediárias de compreensão.

A partir da soma desses escores foi elaborado o Índice de Alfabetização Científica (IAC), composto por dois blocos: um referente à natureza da ciência (máximo de 8 pontos) e outro à pseudociência (máximo de 24 pontos). Para fins de classificação, os escores foram convertidos em percentuais e categorizados em níveis de alfabetização com base na distribuição empírica da amostra (quartis). Os participantes foram então classificados em cinco níveis de desempenho: altamente alfabetizado ($\geq 90\%$), bem alfabetizado (75–89%), moderadamente alfabetizado (50–74%), pouco alfabetizado (25–49%) e baixa alfabetização científica ($< 25\%$).

Para a análise de comparação entre os escores do IAC de calouros e seniores (dois grupos independentes), foi utilizado o Teste-U de Mann-Whitney, adequado para testar a igualdade dos escores medianos dos dois grupos. Este teste não paramétrico foi selecionado por ser o método mais adequado para verificar a igualdade da mediana dos escores, bem como por não pressupor distribuição normal dos dados, condição verificada a partir da inspeção preliminar dos histogramas dos escores. As diferenças observadas nas medianas foram consideradas estatisticamente significantes se o valor-p do teste resultasse menor do que o nível de significância de 5% (ou 0,05).

Para verificar a consistência interna do questionário, calculou-se o coeficiente Alfa de Cronbach. Os itens formulados em sentido inverso ao consenso científico tiveram seus escores invertidos antes da análise. O coeficiente apresentou valor de 0,956, indicando excelente confiabilidade do instrumento. Esse resultado demonstra que os itens das escalas exibem alta correlação entre si e mensuram de forma coerente e estável os construtos teóricos propostos (Hora et al., 2010). Além disso, foram calculadas medidas de tendência central (em especial, a mediana) e dispersão, permitindo a comparação entre os dois grupos analisados. Foram calculados intervalos de confiança de 95% para as medianas, de modo a indicar o patamar de alfabetização científica dos diferentes grupos analisados.

Cabe destacar, por fim, que o questionário utilizado foi enviado, junto ao projeto de pesquisa para o Comitê Gestor de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Ponta Grossa (CEP/UEPG), conforme Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 64432122.4.0000.0105. Após a aprovação, o questionário foi enviado aos e-mails dos colegiados dos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas, Física e Química de instituições públicas de ensino superior. Tomou-se o cuidado de respeitar todos os princípios éticos relativos ao anonimato, consentimento livre e esclarecido e uso exclusivo dos dados para fins científicos.

Análise

Perfil dos Sujeitos

Iniciamos a apresentação dos resultados destacando o perfil dos sujeitos. Participaram dessa pesquisa 173 estudantes, matriculados em cursos presenciais de licenciatura em Ciências Biológicas (n=93), Física (n=38) e Química (n=42), dos quais cerca de 27% cursaram o primeiro ano e 73% o último ano do curso (estudantes seniores). A baixa participação de estudantes calouros reflete um cenário preocupante no campo da formação docente em Ciências da Natureza. Dados do Censo da Educação Superior de 2021 do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) indicam que houve uma queda expressiva na procura por essas formações, especialmente em instituições públicas e presenciais (Brasil, 2022).

A maior parte dos participantes encontra-se na faixa etária entre 21 e 25 anos e revela uma diversidade no campo das crenças religiosas, sendo que aproximadamente 70% se declaram religiosos ou espiritualizados. A distribuição regional mostra uma concentração maior de estudantes nas regiões Sul e Sudeste, o que é coerente com os dados do INEP (Brasil, 2022), que apontam essas regiões como as que concentram o maior número de instituições públicas ofertantes de cursos de licenciatura em ciências naturais. Entre os estudantes dos anos finais da graduação, destaca-se ainda o envolvimento expressivo em atividades acadêmicas complementares, como iniciação científica, projetos de extensão e estágios supervisionados, experiências que indicam familiaridade com práticas formativas relacionadas ao trabalho científico.

Escala de conhecimento sobre a Natureza da Ciência

Os estudantes foram questionados sobre oito temas relacionados à natureza da ciência. A Figura 1 apresenta uma comparação geral entre o resultado dos estudantes do primeiro ano e seniores. Os índices para cada tema investigado foram convertidos em porcentagem, para facilitar a visualização. As porcentagens foram baseadas na proporção de respostas que se alinham ao consenso científico, em que o valor 0% indica que nenhuma resposta se alinhou a essa perspectiva e 100% indica que todas as respostas se alinharam.



Figura 1. Conhecimento sobre natureza da ciência entre licenciandos do primeiro ano e seniores, por tema.
Fonte: elaborado pelos autores.

Os resultados da Figura 1 mostram que a maioria dos licenciandos reconhece a importância da replicação experimental e da falseabilidade. Observa-se menor frequência de acertos em itens sobre criatividade científica e sobre a influência da teoria na observação. Além disso, destaca-se que 39% dos estudantes do primeiro ano e 48,6% dos estudantes seniores aceitaram milagres como explicação científica.

Escala de conhecimento sobre a pseudociências

Essa escala avaliou a capacidade de identificação de 24 temas pseudocientíficos. A Figura 2 apresenta uma comparação geral entre o número de respostas que se alinham ao consenso científico dos estudantes do primeiro ano e seniores.

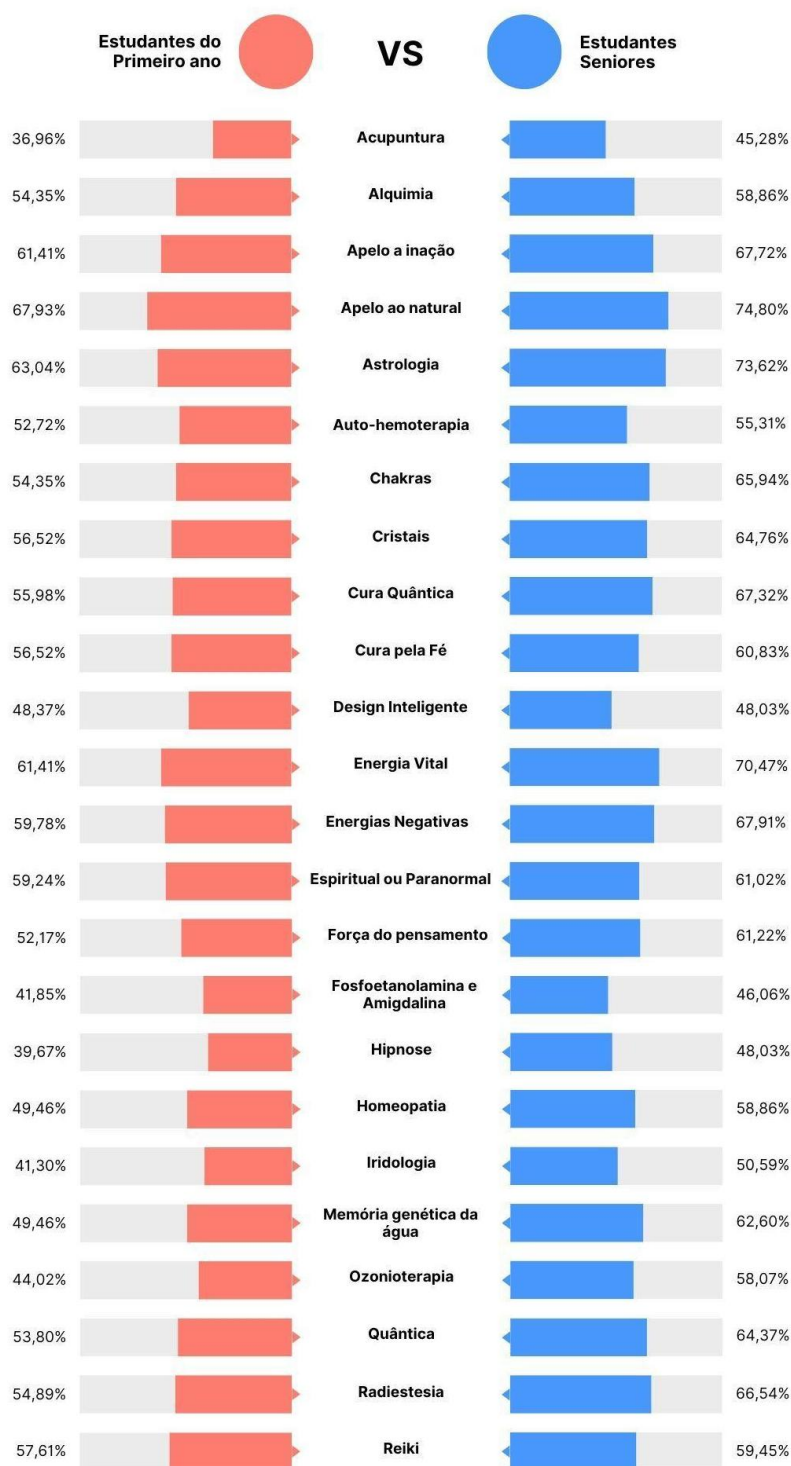


Figura 2. Conhecimento sobre pseudociências entre licenciandos do primeiro ano e seniores, por tema.
Fonte: elaborado pelos autores.

De modo geral, os resultados apresentados na Figura 2 evidenciam que os licenciandos apresentam dificuldades expressivas em reconhecer práticas e discursos pseudocientíficos, embora se observem avanços entre os estudantes seniores. Itens como acupuntura, reiki e

design inteligente permaneceram entre os mais confundidos, indicando persistência de concepções que atribuem status científico a explicações sem respaldo empírico.

Índice de Alfabetização Científica (IAC)

O IAC foi concebido à luz da perspectiva teórica adotada neste estudo, segundo a qual a alfabetização científica envolve não apenas o domínio conceitual, mas a compreensão da natureza da ciência, de seus critérios de validação e da distinção entre ciência e pseudociência. Assim, o IAC constitui uma operacionalização empírica desse constructo teórico.

Para sua construção, utilizaram-se as pontuações obtidas nas escalas de conhecimento sobre ciência e sobre pseudociência. Os resultados agregados sugeriram uma evolução modesta no IAC ao longo do curso. Para verificar se essas variações foram estatisticamente significantes entre os grupos de calouros e seniores de cada curso, utilizamos o Teste-U de Mann-Whitney, que é um teste não paramétrico adequado para comparações de escores. O teste avalia se a diferença observada entre as medianas dos escores nos dois grupos é estatisticamente significativa, e consideramos um nível de significância de 5% (se o valor-p for menor do que 5% concluímos que a diferença entre os escores medianos é estatisticamente significativa).

Os resultados do Teste-U, sugeriram uma variação estatisticamente significativa do IAC apenas para o curso de Ciências Biológicas. As diferenças nos escores medianos não foram estatisticamente significantes para os cursos de Física e de Química. No entanto, com todos os cursos agregados houve uma diferença modesta, mas estatisticamente significativa. A Tabela 1 apresenta as medianas dos escores do IAC para calouros e seniores em cada curso e o resultado da comparação estatística.

Tabela 1. Comparação das medianas do IAC entre calouros e seniores com base no Teste-U de Mann-Whitney.

Curso	Mediana Calouros	Mediana Seniores	p-value (Mann-Whitney)	Conclusão de Significância (5%)
Geral	0,545	0,61	0,0400243	SIGNIFICANTE
C. Biológicas	0,51	0,6	0,025003	SIGNIFICANTE
Física	0,66	0,72	0,0593119	NÃO SIGNIFICANTE
Química	0,53	0,55	0,701423	NÃO SIGNIFICANTE

Fonte: elaborado pelos autores.

A distribuição dos escores do IAC entre calouros e seniores foi visualizada por meio de histogramas suavizados, conforme as figuras a seguir.

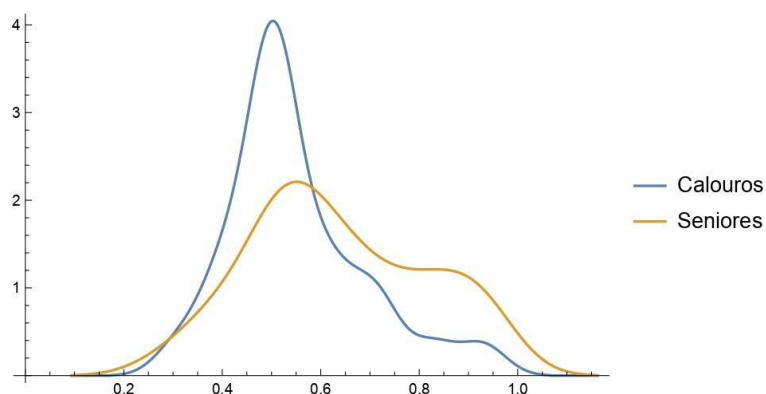


Figura 3. Histograma da distribuição do IAC entre os grupos de calouros e seniores para a amostra geral.
Fonte: elaborado pelos autores.

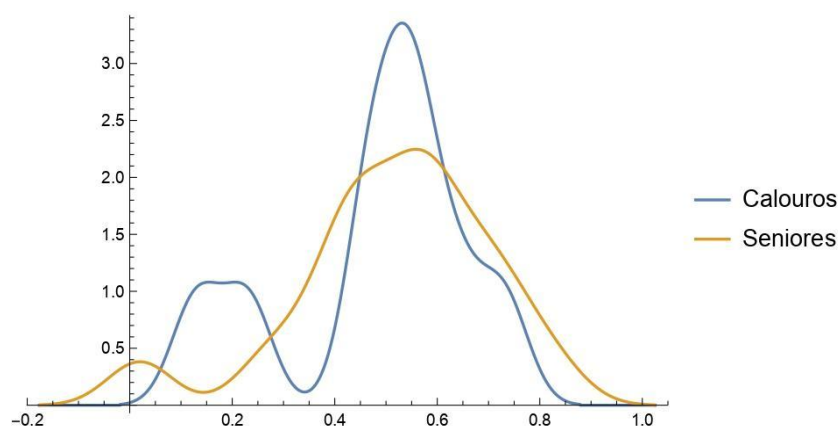


Figura 4. Histograma da distribuição do IAC entre os grupos de calouros e seniores para o curso de Ciências Biológicas.
Fonte: elaborado pelos autores.

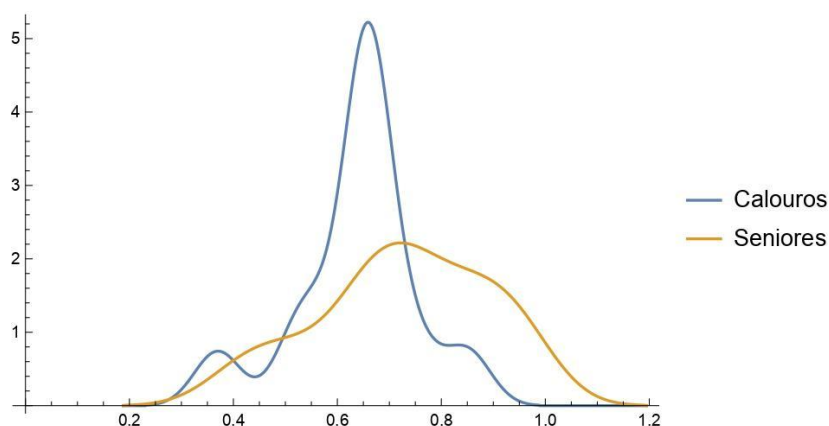


Figura 5. Histograma da distribuição do IAC entre os grupos de calouros e seniores para o curso de Física.
Fonte: elaborado pelos autores.

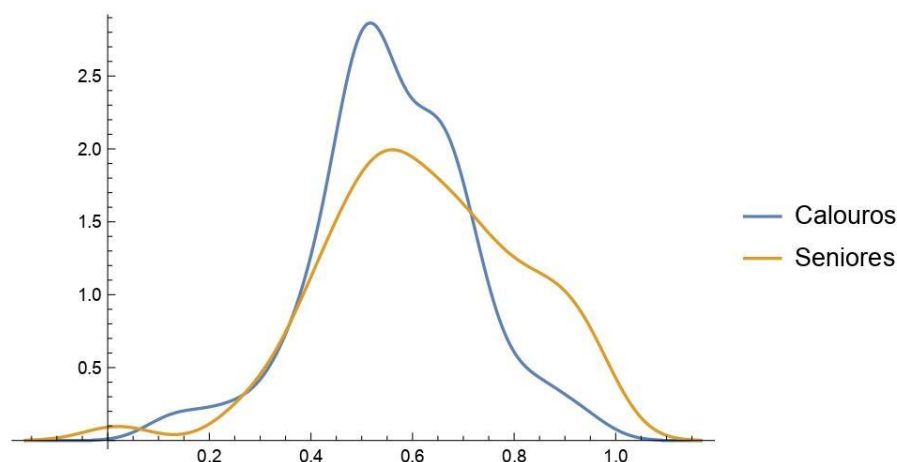


Figura 6. Histograma da distribuição do IAC entre os grupos de calouros e seniores para o curso de Química.
Fonte: elaborado pelos autores.

A partir dos escores convertidos em percentuais, e considerando escalas internacionais (Adam e Manson, 2014; Fasce e Picó, 2019) os participantes foram classificados em cinco níveis de alfabetização: Altamente alfabetizado (acima de 90%), Bem alfabetizado (75% – 89%), Moderadamente alfabetizado (50% – 74%), Pouco alfabetizado (25% – 49%) e Baixa alfabetização (abaixo de 25%). A tabela 2 detalha a distribuição dos estudantes por curso e etapa de ensino (1º ano e seniores).

Tabela 2. Escala de Alfabetização Científica por curso e etapa de ensino

Descrição	Geral		C. Biológicas		Física		Química	
	1º ANO	SENIORES	1º ANO	SENIORES	1º ANO	SENIORES	1º ANO	SENIORES
Altamente	2,13%	7,87%	4,0%	8,8%	0,0%	15,4%	0,0%	0,0%
Bem	6,38%	20,47%	4,0%	22,1%	16,7%	30,8%	0,0%	9,1%
Moderadamente	63,83%	48,03%	60,0%	50,0%	75,0%	42,3%	55,6%	48,5%
Pouco	23,40%	22,05%	32,0%	19,1%	8,3%	11,5%	22,2%	36,4%
Baixa	4,26%	1,57%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	22,2%	6,1%

Fonte: elaborado pelos autores.

Em termos de classificação geral por níveis, a proporção de estudantes altamente alfabetizados passou de 2,13% (1º ano) para 7,87% (seniores). A proporção de estudantes bem alfabetizados passou de 6,38% (1º ano) para 20,47% (seniores). A maioria dos estudantes, tanto calouros (63,83%) quanto seniores (48,03%), foi classificada como moderadamente alfabetizada. A proporção de estudantes com baixa alfabetização caiu de 4,26% para 1,57%.

Em uma análise por curso, a Física apresentou o melhor desempenho geral, com 46,2% dos estudantes seniores classificados como bem ou altamente alfabetizados ao final do curso. Esse resultado, contudo, deve ser interpretado à luz do desempenho inicial, uma vez que os calouros de Física já apresentavam um IAC superior ao dos seniores dos demais cursos. Essa

configuração explica a relativa estabilidade dos escores entre o início e o final da formação, já que a diferença entre os escores de calouros e seniores não foi estatisticamente significativa, como já mencionado acima, sugerindo que os estudantes de Física ingressaram com um repertório conceitual mais consistente.

No curso de Ciências Biológicas, observou-se uma variação estatisticamente significativa entre calouros e seniores: o grupo inicial apresentava o menor escore mediano entre todos os cursos, mas alcançou avanços notáveis ao longo da formação, atingindo 31% de licenciandos bem ou altamente alfabetizados. Já o curso de Química manteve-se relativamente estável, com escores baixos e próximos entre calouros e seniores, indicando fragilidades persistentes na consolidação da alfabetização científica dos conhecimentos científicos ao longo do percurso formativo.

Finalmente, o Teste-U evidenciou significância estatística para a diferença do escore na amostra com os três cursos agregados. No entanto, a variação observada foi moderada (ver a primeira linha da Tabela 2). Os resultados finais mostram que a maioria dos estudantes ainda se posiciona em níveis apenas moderados de alfabetização científica.

Discussão

Os resultados evidenciam que o avanço na alfabetização científica ao longo da formação docente é modesto e heterogêneo entre os cursos investigados. Embora tenha sido identificada diferença estatisticamente significativa no IAC quando considerados os cursos agregados, essa variação concentrou-se especialmente no curso de Ciências Biológicas. Dentre os três cursos investigados, os calouros do curso de Ciências Biológicas apresentaram o menor escore para o IAC nas turmas de calouros, mas esse índice evoluiu positivamente no grupo dos estudantes seniores, sugerindo uma contribuição significativa do percurso formativo do curso para a alfabetização científica dos futuros professores. Em relação ao curso de Física, os calouros já apresentavam um IAC superior aos dos seniores dos outros dois cursos. Embora tenha havido um crescimento do IAC na amostra dos seniores, atingindo o maior escore dentre os três cursos, essa variação não foi estatisticamente significativa. A situação mais preocupante foi observada no curso de Química, em que o IAC tanto de calouros como de seniores foi baixo, e praticamente não sofreu variações na amostra estudada.

De maneira geral, concluímos que persistem fragilidades expressivas no que tange à alfabetização científica e à demarcação entre ciência e pseudociência entre estudantes de cursos de licenciaturas em ciências naturais. Essa constatação reforça uma preocupação já presente na literatura: o progresso ao longo da formação docente nem sempre implica desenvolvimento epistemológico proporcional (Gil-Pérez et al., 2001; Lederman et al., 2013).

A escala de conhecimento sobre ciência sugere uma compreensão razoável de aspectos fundamentais do fazer científico, como a não validação de hipóteses por experimentos isolados (Bunge, 1987; Chalmers, 1993), a importância da falseabilidade (Popper, 1972) e o papel estruturante das teorias nas observações (Kuhn, 1978). Entretanto, aspectos mais

complexos, como o reconhecimento da criatividade na ciência e a limitação do argumento de autoridade, ainda se revelam mal compreendidos, evidenciando um ensino de ciências que, muitas vezes, permanece preso a visões empiristas e mecanicistas (Gil-Pérez et al., 2001; Matthews, 1995).

A recorrente aceitação de práticas pseudocientíficas por parte dos licenciandos, como reiki, chakras, cura quântica e memória genética da água, evidencia que o problema não é apenas conceitual, mas também formativo. A pseudociência, como destaca Bunge (2002), não se caracteriza apenas pela ausência de evidências, mas por um padrão de argumentação que ignora critérios como testabilidade, coerência teórica e integração com o conhecimento consolidado.

Os dados revelam, por exemplo, que mesmo entre estudantes seniores, ainda é comum a crença de que o status científico de uma prática se justifica por sua institucionalização, como é o caso do reiki e da acupuntura no SUS. Tal confusão também foi identificada por Cadena-Nogales et al. (2022), que associaram crenças epistemicamente injustificadas a lacunas na formação crítica e científica.

No caso específico do curso de Química, chama a atenção o fato de que a alfabetização científica não evoluiu expressivamente entre calouros e seniores, ou seja, a diferença não foi estatisticamente significativa. Isso sugere que a simples exposição a conteúdos científicos não garante o desenvolvimento de uma visão crítica e epistêmica da ciência (Martins, 2007). Como apontam Carvalho e Gil-Pérez (2011), é preciso romper com a concepção reducionista de que ensinar ciência é apenas transmitir conceitos; é necessário promover uma reflexão epistemológica sobre o que é ciência, como ela opera e quais são seus limites.

A inserção sistemática da História e Filosofia da Ciência (HFC) nos currículos aparece, nesse contexto, como um caminho promissor. Quando a ciência é ensinada sem seu caráter histórico, social e falível, corre-se o risco de tornar esse um processo dogmático, paradoxalmente se aproximando da pseudociência. A HFC permite, conforme defendem Gil-Pérez et al. (2001) e Martins (2012), construir uma visão de ciência como empreendimento humano, contextualizado e em constante transformação. Essa perspectiva é essencial para que os futuros professores compreendam, por exemplo, a diferença entre um erro científico e uma fraude pseudocientífica.

Além disso, como ressaltado por Sagan (1996), a ausência de um ambiente educativo que estimule o pensamento crítico abre espaço para que as pseudociências preencham o “vácuo epistêmico” deixado pela educação científica tradicional. Isso é especialmente preocupante no Brasil, onde, conforme Schappo (2021), a fragilidade da divulgação científica e a baixa valorização da racionalidade tornam o discurso pseudocientífico altamente atrativo, sobretudo quando veiculado em redes sociais e plataformas digitais sem curadoria.

Os dados desta pesquisa reforçam também o que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) já propõe; que a área de Ciências da Natureza deve assumir, entre suas atribuições, a formação de cidadãos capazes de avaliar criticamente argumentos, posicionar-se frente a dilemas contemporâneos e reconhecer a ciência como uma prática social (Brasil, 2018). No

entanto, a operacionalização desse ideal depende diretamente da qualidade da formação docente inicial.

Portanto, se o objetivo é formar professores capazes de mediar criticamente o conhecimento, torna-se urgente que os cursos de licenciatura assumam a promoção da alfabetização científica como eixo estruturante. Isso inclui, necessariamente, o enfrentamento direto das pseudociências, não como um tema periférico, mas como uma realidade que já está presente na sala de aula, nos livros didáticos e nos discursos institucionais.

Como mostram os dados desta pesquisa, parte dos estudantes seniores parece começar a desenvolver ferramentas para reconhecer o que não é ciência. Contudo, esse avanço ainda é tímido diante da complexidade do cenário e não foi homogêneo entre todos os cursos, como visto em Química e Física. A diferença geral nas medianas do IAC foi estatisticamente significativa, mas serão necessários estudos com maior abrangência para reduzir os intervalos de estimação e verificar a consistência dessas mudanças perceptíveis em subgrupos. Como enfatiza Sagan (1996), a ciência é mais do que um corpo de conhecimentos, é uma forma de pensar. E formar cidadãos que pensem criticamente é, talvez, a maior responsabilidade da educação científica no século XXI.

Apesar das contribuições apresentadas, este estudo possui limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Destacam-se a abrangência da amostra (ainda que expressiva em número), sua natureza não probabilística e sua restrição à modalidade presencial e ao ensino público, bem como o contexto pós-pandêmico, que pode ter interferido na trajetória formativa dos participantes. Nesse sentido, sugerem-se investigações futuras que envolvam diferentes modalidades e realidades institucionais, com metodologias longitudinais, bem como intervenções didático-pedagógicas voltadas à promoção do pensamento científico e ao enfrentamento das pseudociências nesses contextos.

Conclusão

Esta pesquisa teve como objetivo analisar as percepções de professores de Ciências da Natureza em formação sobre a natureza da ciência e sua capacidade de avaliar afirmações pseudocientíficas. A partir da aplicação de um questionário eletrônico, dirigido a estudantes de licenciatura em instituições públicas e presenciais de todas as regiões do país, foi possível traçar um panorama atual da alfabetização científica desse público e de sua capacidade de discernimento frente a afirmações pseudocientíficas.

A análise comparativa entre estudantes calouros e seniores revela um avanço estatisticamente significativo da mediana do IAC na amostra geral, sugerindo um progresso discreto ao longo da formação. Contudo, esse padrão de avanço foi heterogêneo entre os cursos. Enquanto Ciências Biológicas apresentou diferença estatisticamente significativa no IAC, os cursos de Química e Física não demonstraram avanço estatisticamente significativo nas medianas. Convém destacar, porém, que em Química o índice permaneceu sem variação, mantendo-se em um patamar baixo, ao passo que em Física também não se verificou variação significativa, mas o índice inicial já se encontrava em nível relativamente alto. Nossos

resultados indicam a importância de ações pedagógicas específicas e sistemáticas que articulem o conhecimento científico à sua dimensão epistemológica.

Os resultados aqui apresentados não apenas apontam para lacunas conceituais na formação dos futuros professores de ciências naturais na escola, mas também indicam que, ao final da formação, os estudantes ainda se posicionam em níveis apenas moderados de alfabetização científica. Essa constatação levanta um questionamento pedagógico central: que tipo de mediação docente será possível se os próprios professores em formação não dominam os critérios que distinguem ciência de não-ciência? A ausência de uma formação epistemologicamente consistente compromete a construção da autonomia intelectual, da postura crítica e da capacidade de enfrentar a desinformação, competências essenciais à docência em Ciências da Natureza no século XXI.

Diante desse cenário, reafirmamos a necessidade de integrar conteúdos de História e Filosofia da Ciência, Alfabetização Científica e Epistemologia nos currículos de licenciaturas em ciências naturais. Ao mesmo tempo, esta pesquisa se configura como ponto de partida para novas investigações e intervenções, com o intuito de consolidar uma formação docente verdadeiramente comprometida com a ciência, com a educação de qualidade e com a responsabilidade social que a prática educativa exige.

Por fim, deixamos em aberto o compromisso de continuidade desta linha de investigação em projetos futuros, com o propósito de aprofundar a compreensão das implicações pedagógicas das pseudociências e contribuir, de modo propositivo, para o aprimoramento da formação de professores no Brasil. Ressaltamos também a necessidade de realizar estudos com amostras maiores, de modo a permitir investigações com maior poder estatístico, tornando as conclusões mais robustas e seguras.

Referências

- Adam, A., & Manson, T. M. (2014). Using a pseudoscience activity to teach critical thinking. *Teaching of Psychology*, 41(2), 130–134. <https://doi.org/10.1177/0098628314530343>
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto Editora.
- Brasil, Ministério da Educação. (2018). Base Nacional Comum Curricular. <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/relatorios-analiticos/BNCC-APRESENTACAO.pdf>
- Brasil, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2022). Censo da Educação Superior 2021. Ministério da Educação.
- Bunge, M. (1984). What is pseudoscience? *Skeptical Inquirer*, 9(1), 36–46. <https://skepticalinquirer.org/1984/10/what-is-pseudoscience>
- Bunge, M. (1987). *Epistemologia: Curso de atualização* (C. Navarra, Trad., 2ª ed.). T.A. Queiroz: Editora da Universidade de São Paulo.
- Bunge, M. (2002). *Dicionário de filosofia* (G. K. Guinsburg, Trad.). Perspectiva.
- Cadena-Nogales, P. D., Solaz-Portolés, J. J., Echegoyen-Sanz, Y., & Sanjosé-López, V. (2022). Level of acceptance of epistemically unwarranted beliefs in pre-service primary school teachers: Influence of cognitive style, academic level, and gender. *Journal of Baltic Science Education*, 22(3), 398–407. <https://doi.org/10.33225/jbse/22.21.398>

- Carvalho, A. M. P., & Gil-Pérez, D. (2011). *Formação de professores de Ciências: tendências e inovações* (10^a ed.). Cortez.
- Chalmers, A. F. (1993). *O que é ciência afinal?* (R. Fiker, Trad., 2^a ed.). Brasiliense.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Demo, P. (2010). Educação científica. *Revista de Educação Profissional*, 36(1), 15–25.
<https://senacbts.emnuvens.com.br/bts/article/view/224/207>
- Fasce, A., & Picó, A. (2019). Science as a vaccine: The relation between scientific literacy and unwarranted beliefs. *Science & Education*, 28(1–2), 109–125. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-00022-0>
- Gil-Pérez, D., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação (Bauru)*, 7(1), 125–153.
<https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001>
- Hansson, S. O. (2017). Science denial as a form of pseudoscience. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 63(1), 39–47. <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2017.05.002>
- Hansson, S. O. (2021). Science and pseudo-science. In E. Zalta (Ed.), *The Stanford encyclopedia of philosophy* (Fall 2021 ed.). <https://plato.stanford.edu/archives/fall2021/entries/pseudo-science/>
- Kizilcik, H. S. (2022). Pseudo-scientific beliefs and knowledge of the nature of science in pre-service teachers. *International Journal of Research in Education and Science*, 8(4), 680–712.
<https://doi.org/10.46328/ijres.2899>
- Kuhn, T. S. (1978). *A estrutura das revoluções científicas*. Perspectiva.
- Lakatos, I. (1989). *La metodología de los programas de investigación científica*. Alianza.
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics*, 1(3), 138–147. <http://www.ijemst.net/index.php/ijemst/article/view/45>
- Lewandowsky, S., Ecker, U. K. H., & Cook, J. (2017). Beyond misinformation: Understanding and coping with the “post-truth” era. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 6(4), 353–369.
<https://doi.org/10.1016/j.jarmac.2017.07.008>
- Lima, G. da S., Lunardi, J. T. T., & Pereira, A. L. (2024). Estado do conhecimento sobre a percepção de pseudociência entre professores. *Ensino & Tecnologia em Revista*, 8(3), 16–32.
<https://doi.org/10.3895/etr.v8n3.17799>
- Martins, A. F. P. (2007). História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(1), 112–131.
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6056>
- Martins, A. F. P. (2012). História, filosofia, ensino de ciências e formação de professores: desafios, obstáculos e possibilidades. *Educação: Teoria e Prática*, 22(40), 5–25.
<http://educa.fcc.org.br/pdf/eduteo/v22n40/v22n40a02.pdf>
- Matthews, M. R. (1995). História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 12(3), 164–214.
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084>
- Pasternak, N. (2017). A ciência brasileira e a síndrome de Cassandra [Vídeo]. TED Conferences.
https://www.ted.com/talks/natalia_pasternak_a_ciencia_brasileira_e_sindrome_de_cassandra?language=pt-br
- Pasternak, N. (2018). O SUS contra a ciência: Silêncio e omissão da comunidade científica sobre certas ‘terapias’ poderá ceifar vidas. O Estado de São Paulo. <https://www.estadao.com.br/opiniao/espaco-aberto/o-sus-contra-a-ciencia/>
- Popper, K. (1972). *A lógica da pesquisa científica* (L. Hegenberg & O. S. Mota, Trad., 3^a ed.). Cultrix.
- Pujalte, A. P., Tonello, M. N. M., González, M. L. M., & Adúriz-Bravo, A. (2021). Concepciones pseudocientíficas en estudiantado de secundaria y en profesores de biología: Un abordaje

exploratorio. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*.

<https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/15470>

Romanowski, J. P., & Ens, R. T. (2006). As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. *Diálogos Educacionais*, 6(19), 37–50.

<https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/24176>

Sagan, C. (1996). *O mundo assombrado pelos demônios: A ciência vista como uma vela no escuro* (R. Eichenberg, Trad.). Companhia das Letras.

Schappo, M. G. (Org.). (2021). *Armadilhas camufladas de ciência: mitos e pseudociências em nossas vidas*. Autografia.

Syed, W. A. P. (2020). Por que criticar medicinas alternativas? *Revista Questão de Ciência*.

<https://www.revistaquestaodeciencia.com.br/artigo/2020/06/12/por-que-criticar-medicinas-alternativas>