

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA

GABRIEL DA SILVA LIMA

PERCEPÇÕES SOBRE CIÊNCIAS E PSEUDOCIÊNCIAS ENTRE ESTUDANTES DE
LICENCIATURAS EM CIÊNCIAS NATURAIS

PONTA GROSSA
2024

GABRIEL DA SILVA LIMA

PERCEPÇÕES SOBRE CIÊNCIAS E PSEUDOCIÊNCIAS ENTRE ESTUDANTES DE
LICENCIATURAS EM CIÊNCIAS NATURAIS

Dissertação apresentada como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática na Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador:

Prof. Dr. José Tadeu Teles Lunardi

Coorientadora:

Prof.^a Dra. Ana Lúcia Pereira

PONTA GROSSA

2024

L732 Lima, Gabriel da Silva
Percepções sobre Ciências e Pseudociências entre estudantes de licenciaturas em Ciências Naturais / Gabriel da Silva Lima. Ponta Grossa, 2024. 112 f.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática - Área de Concentração: Formação de Professores e Ensino de Ciências), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. José Tadeu Teles Lunardi.
Coorientadora: Profa. Dra. Ana Lúcia Pereira.

1. Formação de professores de ciências da natureza. 2. Natureza da ciência. 3. Pseudociência. I. Lunardi, José Tadeu Teles. II. Pereira, Ana Lúcia. III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Formação de Professores e Ensino de Ciências. IV.T.

CDD: 510.7



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Bairro Uvaranas - CEP 84030-900 - Ponta Grossa - PR - <https://uepg.br>

TERMO

TERMO DE APROVAÇÃO

GABRIEL DA SILVA LIMA

"PERCEPÇÕES SOBRE CIÊNCIAS E PSEUDOCIÊNCIAS ENTRE ESTUDANTES DE LICENCIATURAS EM CIÊNCIAS NATURAIS"

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Setor de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora:

Ponta Grossa 15 de março de 2024.

Membros da Banca:

Prof. Dr. José Tadeu Teles Lunardi - UEPG
(Presidente)

Prof. Dr. Sérgio de Mello Arruda - UEL
(Membro Externo)

Prof. Dr. Marcos Cesar D. Neves - UEPG
(Membro Interno)



Documento assinado eletronicamente por **Adriana Aparecida Telles, Secretário(a)**, em 27/02/2024, às 10:17, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Jose Tadeu Teles Lunardi,**



Professor(a), em 15/03/2024, às 19:37, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **SERGIO DE MELLO ARRUDA, Usuário Externo**, em 16/03/2024, às 06:12, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Marcos Cesar Danhoni Neves, Professor(a)**, em 16/03/2024, às 15:15, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Marilei Casturina Mendes Sandri, Vice-coordenador(a) do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática**, em 16/03/2024, às 20:21, conforme Resolução UEPG CA 114/2018 e art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.uepg.br/autenticidade> informando o código verificador **1863992** e o código CRC **D96E63EA**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, em especial, aos meus pais, Eliane e Adir. À minha irmã Josieli, seu esposo Cleverton e à minha sobrinha e afilhada, Isabela. Obrigado por acreditarem em mim e por me ajudarem a dar sentido à caminhada.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. José Tadeu Teles Lunardi, por inspirar em mim uma profunda admiração pela busca do conhecimento. À minha coorientadora, Prof.^a Dr.^a Ana Lúcia Pereira, a quem meus agradecimentos antecedem o mestrado.

Agradeço aos professores Dr. Sérgio de Mello Arruda e Dr. Marcos Danhoni Neves, que aceitaram gentilmente constituir a banca desta pesquisa. Sou grato pelas contribuições, e por estarem comigo nesse momento tão importante.

Agradeço aos meus amigos, em especial, à Márcia e Mariane. Nossas conversas no “Grupo de Estudos Socorro” foram fonte de alegria e calma.

Agradeço a cada acadêmico que voluntariamente participou como sujeito desta pesquisa. Espero que vocês tenham um futuro brilhante como professores de ciências!

Sou grato à CAPES, pelo período em que recebi a bolsa de mestrado. Incentivo fundamental para a realização desta pesquisa.

Sou grato aos meus alunos, aos que foram, aqueles que são e aos que virão a ser. Vocês fazem com que eu acredite diariamente que fiz a escolha certa sobre a minha profissão. No fundo, tudo isso é por vocês!

E por fim, sou grato a minha gata Raja, que foi adotada logo no início da pandemia, e rapidamente se tornou a minha companhia mais fiel nos estudos. Obrigado por me lembrar diariamente que, às vezes, é preciso fazer uma pausa para respirar e fazer um carinho, ainda que você tenha me ensinado isso deitando sobre o teclado.

RESUMO

A presente investigação tem por objetivo identificar as percepções de professores de Ciências da Natureza em formação sobre a natureza da ciência e suas capacidades de avaliar afirmações pseudocientíficas. Essa pesquisa classifica-se como quali-quantitativa, quanto à sua natureza, e exploratória, quanto aos seus objetivos. Os dados foram coletados por meio de um questionário próprio, com questões abertas e fechadas, aplicado ao final do ano letivo de 2022, com 173 estudantes dos cursos de Licenciaturas em Ciências da Natureza (Ciências Biológicas, Física e Química), na modalidade presencial, de diversas instituições públicas estaduais e federais do Brasil. Para a análise de dados, utilizaremos: análise de conteúdo e a construção de uma escala quantitativa com os índices de acertos e erros. Com isso foi possível identificar as percepções desses sujeitos sobre ciências e pseudociência, bem como comparar as respostas entre os estudantes do primeiro ano e estudantes seniores. Nossos resultados apontam que os estudantes demonstraram boa compreensão da importância da validação científica e da análise crítica na ciência, de modo que tiveram índices médios relativamente bons nessa escala. Quanto à pseudociência, houve uma variedade de percepções, com alguns alunos demonstrando compreensão crítica e outros aceitando sem questionamento, no entanto, a média de aceitação de pseudociências, principalmente envolvendo objetos de estudo das ciências da natureza foi preocupante. Observou-se uma melhoria na alfabetização científica ao longo dos anos, especialmente entre os estudantes seniores, com avanços consistentes em Biologia e Física, mas resultados mistos em Química. Dessa forma, conclui-se que, apesar do aumento significativo da compreensão da ciência em geral, no decorrer da formação universitária, ainda persistem e, em alguns casos, são ampliadas, as crenças em práticas pseudocientíficas.

Palavras-chave: Formação de professores de ciências da natureza; Natureza da Ciência; Pseudociência.

ABSTRACT

This research aims to identify the perception of preservice science teachers about the nature of science and their abilities to assess pseudoscientific claims. This research is classified as quali-quantitative in what regards its nature and exploratory in terms of its objectives. The data were collected through a self-developed questionnaire, with open and closed questions, applied at the end of the 2022 academic year to 173 students from undergraduate courses in Natural Sciences (Biology, Physics, and Chemistry), in the face-to-face modality, from institutions in Brazil. For the data analysis, we will use: content analysis and the construction of a quantitative scale based on success and mistakes. This allowed us to identify the perceptions of these subjects about science and pseudoscience, as well as to compare the answers between first-year and senior students. Our results indicate that the students demonstrated a good understanding of the importance of scientific validation and critical analysis in science, so they had relatively good average scores on this scale. Regarding pseudoscience, there was a variety of perceptions, with some students demonstrating critical understanding and others accepting pseudoscientific claims without questioning. However, the average acceptance of pseudosciences, especially involving objects of study of natural sciences, was concerning. An improvement in scientific literacy was observed over the years, especially among senior students, with consistent advances in Biology and Physics, but mixed results in Chemistry. Thus, it is concluded that, despite the significant increase in the understanding of science in general, during the initial education of teacher of natural sciences, beliefs in pseudoscientific practices persist and, in some cases, are amplified..

Keyword: Science teacher education; Nature of Science; Pseudoscience.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução histórica de publicações dos trabalhos.....	20
Figura 2 – Esquema para classificação de hipóteses ou teorias.....	39
Figura 3 - Esquema para classificação de hipóteses não comprovadas.....	39
Figura 4 - Organização dos dados em planilha.....	73
Figura 5 - Exemplo de aplicação do cálculo do coeficiente alfa de Cronbach.....	75
Figura 6 - Comparação de meios de informação sobre C&T: Nossa pesquisa X MCTI (2019)	80
Figura 7 - Gráfico dos temas de interesse dos sujeitos da pesquisa.....	82
Figura 8 - Conhecimento sobre ciências entre estudantes do primeiro ano e seniores, por questão.....	86
Figura 9 - Conhecimento sobre pseudociência entre estudantes do primeiro ano e seniores, por questão.....	87
Figura 10 – Escala de Alfabetização Científica por curso e etapa de ensino.....	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Atitudes e atividades do cientista e do pseudocientista.....	46
Quadro 2 - Caracterização dos sujeitos da pesquisa.....	67
Quadro 3 - Atividades acadêmicas desenvolvidas pelos sujeitos da pesquisa.....	69
Quadro 4 - Meios de informação sobre “ciência” utilizados pelos sujeitos.....	79
Quadro 5 - Temas de interesse dos sujeitos da pesquisa.....	81
Quadro 6 - Resumo Escala de conhecimento sobre ciências.....	85
Quadro 7 - Índices Escala de conhecimento sobre pseudociências.....	87
Quadro 8 - Crenças Espirituais ou Paranormais.....	88
Quadro 9 - Práticas medicinais Alternativas ou sem comprovação científica.....	89
Quadro 10 - Teorias e Práticas alternativas.....	90
Quadro 11 - Escala de Alfabetização Científica por curso e etapa de ensino.....	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Etapas do Estado do Conhecimento.....	18
Tabela 2 - Artigos incluídos no escopo do estado do conhecimento.....	19
Tabela 3 – Características, descrição e exemplos de pseudociências.....	45
Tabela 4 - Visão consensual de NOS conforme documentos curriculares internacionais.....	63

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAAE	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CGI.br	Comitê Gestor de Internet no Brasil
EUA	Estados Unidos da América
ERIC	Education Resources Information Center
HFC	História e Filosofia da Ciência
LDB	Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
NdC	Natureza da Ciência
NOS	Nature of Science
PICS	Práticas Integrativas e Complementares de Saúde
IQC	Instituto Questão de Ciência
PPGCEM	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática
STF	Supremo Tribunal Federal
SUS	Sistema Único de Saúde
UEPG	Universidade Estadual de Ponta Grossa
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
USP	Universidade de São Paulo
WoS	Web of Science

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	13
INTRODUÇÃO.....	14
CAPÍTULO 1 ESTADO DO CONHECIMENTO.....	18
1.1 PERCURSO METODOLÓGICO.....	18
1.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
1.2.1 Principais tendências.....	21
1.2.2 A noção de pseudociência no referencial teórico dos trabalhos.....	23
1.2.3 Resultados encontrados.....	24
1.2.4 Implicações para o Ensino de Ciências e Formação de Professores.....	27
1.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
CAPÍTULO 2 FUNDAMENTAÇÃO CONCEITUAL.....	31
2.1 CONHECIMENTO E O CONHECIMENTO CIENTÍFICO.....	31
2.1.1 Mario Bunge e o Realismo Científico.....	35
2.1.2 Ciência e Método.....	38
2.2 PSEUDOCIÊNCIA: CARACTERIZAÇÃO E DEMARCAÇÃO.....	42
2.3 CIÊNCIA E PSEUDOCIÊNCIA NO CENÁRIO BRASILEIRO: PERSPECTIVAS E DESAFIOS.....	50
CAPÍTULO 3 EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E ENSINO DE CIÊNCIAS.....	56
3.1 A IMPORTÂNCIA DA ALFABETIZAÇÃO E EDUCAÇÃO CIENTÍFICA.....	56
3.2 A HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA (HFC) COMO ABORDAGEM PARA A PROMOÇÃO DO PENSAMENTO CRÍTICO.....	59
3.3 ABORDAGEM CONTEXTUAL E CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA.....	62
CAPÍTULO 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	66
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	66
4.1.1 Questões de pesquisa.....	67
4.1.2 Caracterização dos sujeitos da pesquisa.....	67
4.1.3 Procedimentos Éticos.....	71
4.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA, ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS.....	71

4.2.1 Instrumentos de coleta de dados.....	71
4.2.2 Análise quantitativa.....	73
4.2.3 Alfa de Cronbach.....	75
4.2.4 Instrumentos de coleta de dados.....	76
CAPÍTULO 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	78
5.1 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DO PERFIL DOS SUJEITOS.....	78
5.1.1 Meios de informação sobre ciências utilizados pelos sujeitos.....	78
5.1.2 Temas de interesse relacionados à ciência.....	80
5.2 RESULTADOS DAS ESCALAS.....	84
5.2.1 Resultados da Escala de Conhecimento sobre Ciência.....	84
5.2.2 Resultados da Escala de Conhecimento sobre Pseudociências.....	85
5.2.3 Resultados do índice de Alfabetização Científica.....	89
5.3 DISCUSSÃO.....	91
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	102
REFERÊNCIAS.....	105
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	109
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA.....	110

APRESENTAÇÃO

Durante a minha vida, tive muitas dúvidas. Mas, para algumas questões específicas, tive certezas: ser professor é uma delas. Quando criança, costumava brincar com carvões no muro pré-fabricado da casa dos meus pais, às vezes, com a companhia da minha irmã caçula. O que começou com uma brincadeira, cresceu de forma espontânea em mim. Na época, eu não gostava de nenhuma disciplina em específico, meu interesse era apenas aprender e ensinar.

Logo que ingressei no Ensino Médio a escola deixou de ser um lugar de diversão, para tornar-se uma responsabilidade com o futuro. Iniciei um curso técnico de administração, que me levou a ingressar como estagiário, e posteriormente ser efetivado no setor financeiro de uma grande empresa. Assim, minha rotina incluía trabalhar pela manhã e estudar à noite. Nessa época, em razão do que fazia no trabalho, as disciplinas exatas passaram a chamar mais a minha atenção, em especial, a matemática.

Ao finalizar a etapa da educação básica, não tive dúvidas na escolha pelo curso de Licenciatura em Matemática. Por vir de um contexto com a precariedade como era tratado a educação pública no período noturno, tive algumas dificuldades nos dois primeiros anos, mas que aos poucos, foram sendo superadas. A certeza de que fiz a escolha certa se renovou na primeira aula de estágio, no terceiro ano. Logo em seguida, escolhi deixar o emprego e focar apenas no curso. Isso só foi possível, pois, nesse mesmo período comecei uma iniciação científica com bolsa de estudo. O estágio cumpriu seu papel, motivando o meu “eu professor”, enquanto a iniciação científica me apresentou uma nova faceta, o meu “eu pesquisador”.

Por gostar de estar atualizado, e querer me capacitar como professor, iniciei o mestrado, mas com um projeto diferente do atual. Este estudo surgiu depois de uma reunião com o meu orientador, que também foi professor de uma disciplina do mestrado, e propôs um trabalho sobre identificação de pseudociências no contexto científico. Esse trabalho me fez lembrar que, quando terminei a graduação, em um ano pandêmico, uma das dificuldades que enfrentei foi a de incentivar minha família a vacinar-se, apontar assuntos que eram claramente falaciosos e amenizar as desinformações, inclusive sobre o próprio ambiente universitário. Juntando essas ideias, e o interesse recíproco pelo assunto, surgiram os primeiros rascunhos sobre o que seria a minha pesquisa de mestrado.

INTRODUÇÃO

A informação desempenha um papel fundamental na sociedade contemporânea e, como cidadãos, temos o desejo inato de consumir e compartilhar informações. Décadas atrás, era necessário sintonizar um canal de televisão e rádio, ou ir até uma banca de jornal para acessar as principais notícias locais, regionais e internacionais. Por falta de acesso a esses meios, era comum que muitas pessoas dependessem de uma única fonte de informação, ainda que secundária, como um familiar ou vizinho. Com o advento das tecnologias de informação e comunicação, o acesso à informação cresceu exponencialmente, permitindo-nos acessar conteúdos a qualquer hora do dia. Essa facilidade em obter e compartilhar conteúdos, porém, trouxe consigo um aspecto negativo: a desinformação. Infelizmente, a ciência não foi poupada desse acontecimento.

A ciência não tem uma definição única e precisa, porém, diversos teóricos concordam que “a ciência não é uma pessoa, nem um conjunto delas; não é uma instituição; não é um objeto; e nem mesmo é material. A ciência é um processo para obtenção de respostas: árduo, elaborado e rigoroso” (Schappo, 2021, p.27). É por meio da ciência, e em especial, das ciências da natureza, que o homem busca respostas para compreender o funcionamento e as leis que regem o mundo natural. Através da observação, experimentação e análise sistemática, as ciências da natureza buscam desvendar os fenômenos naturais, revelando padrões, relações de causa e efeito, e fornecendo explicações embasadas em evidências empíricas (Sagan, 1996).

Uma das percepções sobre a ciência, que repousa no imaginário popular, é a de que a mesma é algo infalível, isto é, de que não é passível de erros. Nesse sentido, há um forte apelo quando se diz que algo é cientificamente comprovado, despertando a confiança na ciência (Chalmers, 1993). Esse fato pode ser evidenciado diariamente na mídia, em anúncios e propagandas. No entanto, frequentemente, o critério de cientificidade é utilizado por sujeitos que, ao se apropriarem da linguagem e da confiança na ciência, encontram espaço para validar seus discursos ou oferecer produtos e serviços, ainda que suas falas não tenham respaldo no rigor da pesquisa científica.

Quando um argumento que carece de fundamentação científica é apresentado como sendo científico, podemos considerá-lo como uma alegação pseudocientífica. A palavra pseudociência é definida pelo Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa como um “conjunto de crenças ou afirmações sobre o mundo ou a realidade, que se considera equivocadamente como tendo base ou estatuto científico: falsa ciência, pretensa ciência, pseudosofia”. Dessa

forma, qualquer conteúdo teórico ou prático que se assuma como ciência, sem que seja baseado no resultado de estudos científicos, pode ser considerado um conteúdo pseudocientífico. Essa ainda é uma noção simplista. Ao longo desta dissertação, pretendemos aprofundar a definição e as nuances sobre este assunto. Por hora, essa definição nos ajuda a caracterizar as pseudociências.

A admiração pela ciência também é identificável na relação das pessoas com a pseudociência. Para Sagan (1996, p.14), as:

[...] divulgações escassas e mal feitas da ciência abandonam nichos ecológicos que a pseudociência preenche com ampla rapidez. Se houvesse ampla compreensão de que os dados do conhecimento requerem evidência adequada antes de poder ser aceitos, não haveria espaço para a pseudociência.

Sagan (1996) argumenta que é essencial cultivarmos o pensamento crítico e a alfabetização científica. Isso nos capacita a tomar decisões embasadas no campo da ciência e evita que nos deixemos levar por enganos disseminados por propagadores de pseudociências. A promoção desse estímulo encontra na divulgação científica uma das suas principais vias. Contudo, isso se torna um desafio à medida que as pseudociências hoje permeiam diversas áreas do conhecimento, inclusive a educação. Na divulgação científica, o resultado do conhecimento científico produzido em centros de pesquisa passa por diversos filtros antes de alcançar o público leigo. No contexto educacional, esse público é representado pelos estudantes em sala de aula. Portanto, os professores assumem o papel de intermediários do conhecimento.

Considerando os aspectos acima, torna-se evidente que os professores demandam uma formação adequada, visto que isso impacta significativamente a eficácia de seu ensino e, conseqüentemente, impacta o combate às pseudociências. No entanto, Carvalho e Gil-Pérez (2011) esclarecem que há problemas na formação de professores de ciências que devem ser superados; entre eles, a ruptura com as visões simplistas do ensino de ciências. Os autores enfatizam que:

[...] ao se proporcionar aos professores a oportunidade de um trabalho coletivo de reflexão, debate e aprofundamento, suas produções podem aproximar-se dos resultados da comunidade científica. Trata-se, então, de orientar o trabalho de formação de professores como uma pesquisa dirigida, contribuindo assim, de forma funcional e efetiva, para a transformação de suas concepções iniciais (Carvalho; Gil-Pérez, 2011, p.15).

Acreditamos, portanto, que é importante que os professores de ciências estejam preparados e recebam uma formação inicial de qualidade, de modo a desenvolverem uma imagem adequada sobre a natureza da ciência e adquirirem ferramentas práticas para

identificar conteúdos pseudocientíficos. Entretanto, como discutiremos adiante, essa situação nem sempre corresponde à realidade.

Interposto o cenário acima, nosso foco principal nesta investigação é compreender como licenciandos em Ciências da Natureza percebem a ciência e, conseqüentemente, quão capazes são para identificar afirmações pseudocientíficas. Também buscaremos identificar se essas percepções sofrem mudanças no decorrer da graduação. Nesse sentido, os sujeitos do estudo são estudantes de cursos presenciais de licenciatura em Ciências da Natureza, nas áreas de física, química e biologia, oferecidos por instituições de ensino públicas estaduais e federais no Brasil.

A fim de orientar esta investigação, definiu-se como objetivo geral *identificar as percepções de professores de Ciências da Natureza em formação sobre a natureza da ciência e suas capacidades de avaliar afirmações pseudocientíficas*. Para tanto, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- Compreender quais as percepções e crenças de professores de ciências da natureza em formação sobre a natureza da ciência e a as características das pseudociências;
- Comparar as percepções de professores de ciências naturais em formação do primeiro ano do curso de licenciatura e alunos seniores¹, a fim de verificar se as percepções iniciais tendem a mudar até o final do curso.

Conforme os objetivos delineados, pretendemos desvelar as representações, crenças e possíveis distorções em relação ao conhecimento científico e a conseqüente vulnerabilidade a crenças pseudocientíficas. A comparação entre as percepções de alunos do primeiro ano e daqueles ao final do curso nos possibilita refletir sobre o efeito que a formação adquirida ao longo do curso pode ter na potencial mudança dessas percepções.

A fonte de dados da pesquisa constitui de um questionário exploratório que abarca questões abertas e fechadas. Adotamos uma abordagem que se baseia nos métodos mistos, ou seja, as questões abertas serão analisadas por meio da Análise de Conteúdo de Bardin (2011), como abordagem qualitativa. Ao passo que, as questões fechadas que envolvem as percepções dos estudantes sobre ciência e pseudociências serão quantificadas em uma escala. Ao final, construiremos um índice de alfabetização científica, como uma medida que nos permitirá comparar globalmente se há ou não mudanças significativas nas percepções sobre ciência e pseudociência entre estudantes do primeiro ano e aqueles concluintes do curso de licenciatura.

¹ O termo "estudantes seniores" é utilizado para designar os alunos que se encontram nos últimos anos de graduação, conforme tradução do termo em inglês "senior students". No contexto desta pesquisa, a nomenclatura "estudantes seniores" se aplica especificamente aos alunos do quarto e quinto ano do curso.

Apresentamos, na sequência, a organização da presente dissertação.

O **primeiro capítulo**, intitulado “Estado do Conhecimento”, apresenta um estudo de revisão bibliográfica, com o objetivo de identificar, na literatura, o estado do conhecimento de pesquisas que analisaram a percepção da ciência e de pseudociências entre professores de ciências da natureza em formação e em exercício. Esta busca inicial auxiliou no desenvolvimento do instrumento de pesquisa e permitiu identificar o que já foi estudado sobre o tema, as lacunas e potencialidades dessas investigações.

O **segundo capítulo**, intitulado “Fundamentação Conceitual”, apresenta o referencial teórico e epistemológico adotado no que se refere às noções de conhecimento científico e de pseudociência. Apresentaremos neste capítulo os conceitos essenciais para o desenvolvimento desta pesquisa. Serão suscitadas discussões sobre o clássico "problema da demarcação", que busca estabelecer critérios consensuais na comunidade científica para a delimitação de um assunto como científico, não científico e pseudocientífico.

O **terceiro capítulo**, intitulado “Educação Científica e Ensino de Ciências”, apresenta uma discussão sobre a importância da alfabetização científica, das concepções epistemológicas dos professores, do ensino da História e da Filosofia da Ciência como abordagens para o combate às pseudociências e para a promoção do pensamento crítico.

O **quarto capítulo**, intitulado “Procedimentos metodológicos”, apresenta o referencial metodológico utilizado na pesquisa. Neste capítulo, a pesquisa será caracterizada quanto à sua natureza, objetivos e procedimentos técnicos. Descreveremos minuciosamente o processo de construção do instrumento de pesquisa, neste caso, um questionário aplicado por meio de um formulário eletrônico, e as metodologias qualitativas e quantitativas de análise de dados.

O **quinto capítulo**, intitulado “Resultados e Discussões”, apresentará os resultados obtidos após a análise dos dados coletados. Com auxílio do referencial teórico, procuraremos estabelecer uma relação entre o referencial teórico e os resultados obtidos, visando responder às questões de pesquisa previamente estabelecidas.

Por fim, nas considerações finais, faremos um levantamento dos principais resultados obtidos por meio desta pesquisa, a fim de tecer comentários e reflexões pertinentes. Também serão pontuadas as limitações deste estudo, e possíveis lacunas que ainda existem sobre o tema investigado, bem como apontaremos perspectivas futuras para aprofundar o estudo.

CAPÍTULO 1 ESTADO DO CONHECIMENTO

O objetivo deste estudo² foi o de mapear na literatura científica as pesquisas empíricas que analisaram as percepções de pseudociência entre professores em exercício ou em formação. Os focos de análise deste estudo são: as tendências mais relevantes de publicação, a noção de pseudociência adotada pelos autores, os principais resultados encontrados e as implicações para o ensino de ciências.

1.1 PERCURSO METODOLÓGICO

Este estudo possui natureza qualitativa e caracteriza-se como um estudo de revisão de literatura. Segundo Grant e Booth (2009), esse tipo de revisão tem pontos fortes, tais como estabelecer um panorama sobre as principais características, lacunas e potencialidades, o que é ideal para aqueles que iniciarão uma jornada de pesquisa em determinada área. No caso desta investigação, utilizamos os moldes das pesquisas em estado do conhecimento. No entendimento de Morosini e Fernandes (2014, p.155), esse tipo de pesquisa consiste na “identificação, registro, categorização que levem à reflexão e síntese sobre a produção científica de uma determinada área, em um determinado espaço de tempo, congregando periódicos, teses, dissertações e livros sobre uma temática específica”.

Uma das contribuições do estado do conhecimento é a presença do “novo”, isto é, por meio da compreensão do estágio atual do conhecimento em uma determinada área de estudo, permitindo identificar o que é conhecido, o que ainda não é conhecido, as lacunas e perspectivas para futuras pesquisas. Dessa forma, fornece subsídios que podem auxiliar na orientação de futuras pesquisas, bem como em práticas formativas relacionadas ao campo da educação (Morosini; Fernandes, 2014).

Destaca-se que essa pesquisa se distingue de um estudo de estado da arte, uma vez que “aborda apenas um setor das publicações sobre o tema estudado” (Romanowski; Ens, 2006, p.40). Nesse sentido, reitera-se nosso foco em um tema específico (percepções de professores sobre a pseudociência) dentro de um campo de estudo mais amplo (formação de professores e filosofia da ciência). Além disso, a fonte primordial da pesquisa é constituída por artigos indexados em alguns dos principais periódicos científicos educacionais eletrônicos e de circulação internacional.

² O presente capítulo constitui parte de um artigo intitulado “Estado do conhecimento sobre a percepção de pseudociência entre professores”, e foi submetido no dia 11 de setembro de 2023 à revista online Ensino e Tecnologia em Revista (ISSN: 2594-3901). O artigo segue na etapa de avaliação por pares.

Romanowski (2002) propõe um conjunto de procedimentos para realizar pesquisas desse tipo. Esses procedimentos incluem a definição de descritores, a localização de bancos de dados, o estabelecimento de critérios de seleção, a realização de levantamentos, a coleta de materiais de pesquisa, a leitura de publicações e a análise e elaboração das conclusões. Com base nesses passos, resumimos o processo utilizado para construir o estado atual do conhecimento na tabela a seguir:

Tabela 1 - Etapas do Estado do Conhecimento

Etapa I - Pergunta de Pesquisa
<p>Como orientação geral da pesquisa, tecemos algumas questões a priori, sendo elas:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) Quais as principais tendências de publicação? (2) Qual a noção de pseudociência adotada nessas pesquisas? (3) Quais os principais resultados encontrados e que variáveis foram determinantes? (4) Quais as implicações para o ensino de ciências e para a formação de professores?
Etapa II - Buscando a evidência
<p>Realizou-se uma busca inicial no Google Scholar para definir as bases de dados e os descritores mais abrangentes sobre o tema. Observou-se que a maioria dos trabalhos sobre o assunto é proveniente da literatura internacional; portanto, foram utilizadas as seguintes bases: <i>Education Resources Information Center</i> (ERIC), <i>Google Scholar</i> (GS), <i>Scopus</i> e <i>Web of Science</i> (WoS). Para os descritores, devido ao número reduzido de publicações, optou-se por palavras-chave mais genéricas, relacionadas ao conteúdo (pseudociência e pseudocientífico) e aos sujeitos (professor). Os descritores foram combinados utilizando o operador booleano "AND", de acordo com a sintaxe de cada base de dados. É importante ressaltar que o termo "professor" engloba tanto os professores em exercício quanto aqueles em formação, que podem ser descritos como "pre-service teacher" (em formação, mas sem experiência de ensino) ou "student teacher" (em formação e com experiência de ensino, por exemplo, em estágio). No Google Scholar, também foram encontrados resultados com os descritores em espanhol.</p> <p>Quantidade de trabalhos a priori: ERIC: 22, GS: 37, Scopus: 22 e WoS: 27.</p>
Etapa III - Seleção de trabalhos
<p>Após a etapa da busca dos descritores nas bases de dados, foi possível identificar um total de 118 trabalhos. Em seguida, fizemos a leitura do título, resumo e palavras-chave.</p> <p>Como critério de inclusão, incluímos no escopo da pesquisa as investigações de caráter empírico, que envolvem algum instrumento de pesquisa aplicado com professores em exercício ou em formação, independente da natureza da pesquisa (pesquisa qualitativa, pesquisa quantitativa ou métodos mistos), desde que tenham passado pelo processo de revisão por pares e foram escritas em Língua Espanhola, Inglesa ou Portuguesa.</p> <p>Como critério de tempo, buscamos apenas artigos publicados nos anos de 2000 a março de 2023. Na sequência, foram utilizados como critérios de exclusão os trabalhos duplicados ou não disponíveis para download na íntegra, bem como aqueles que estavam apenas tangencialmente relacionados ao tema. Após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, o corpus foi definido, e é constituído por 21 trabalhos.</p> <p>Quantidade de trabalhos a posteriori: 21.</p>
IV - Analisando a qualidade metodológica dos estudos
<p>Nessa etapa da pesquisa, foi realizada a leitura da seção de metodologia nos artigos selecionados para avaliar a qualidade metodológica das pesquisas. Foi observado que os trabalhos descreveram de forma clara a metodologia utilizada e passaram por revisão por pares. Portanto, nenhum trabalho foi excluído nesta etapa.</p>
Etapa V - Apresentação dos resultados
<p>No próximo capítulo, os resultados serão apresentados por meio de texto, acompanhados de gráficos e tabelas. Visando destacar as principais tendências, resultados e implicações das pesquisas.</p>
TOTAL: 21 trabalhos

Fonte: Os autores (2024).

Ao final do processo de busca e seleção de trabalhos, foi possível identificar 21 artigos que serão apresentados na Tabela 2 abaixo, visando destacar o título em Língua Portuguesa, autores e o ano de publicação do trabalho.

Tabela 2 - Artigos incluídos no escopo do estado do conhecimento

ID	Título do artigo em Português	Autor/Ano
A1	Para onde foram todos os céticos? Padrões de crenças da Nova Era e atitudes anticientíficas em futuros professores do ensino fundamental	Yates e Chandler (2000)
A2	Percepções de futuros professores de ciências sobre a demarcação entre ciência e pseudociência	Turgut (2009)
A3	Criaturas na sala de aula: crenças de futuros professores sobre seres fantásticos, magia, extraterrestres, evolução e criacionismo	Losh e Nzekwe (2011)
A4	A influência da formação educacional: como futuros professores de diversas áreas percebem tópicos de pseudociência	Losh e Nzekwe (2011)
A5	Pesquisa sobre as crenças pseudocientíficas de futuros professores de ciências: um exemplo da astronomia-astrologia	Kaplan (2014)
A6	Avaliação crítica de afirmações de saúde: percepções e práticas de professores de ciências	Nordheim et al. (2015)
A7	Os produtos homeopáticos podem ser considerados medicamentos? Crenças de professores em formação	Uskola (2016)
A8	Inferindo o entendimento de ciência de futuros professores de ciências por meio de um contexto pseudocientífico socialmente embutido	Metin e Ertepinar (2016)
A9	Ceticismo de professores em formação do ensino fundamental em relação às pseudociências: influência de concepções errôneas no caso da homeopatia	Ibarluzea (2017)
A10	Percepções de candidatos a professores de sala de aula sobre ser científico no contexto da pseudociência	Es e Turgut (2018)
A11	Nível de discriminação de futuros professores de ciências entre ciência e pseudociência	Uçar e Sahin (2018)
A12	Como futuros professores de educação básica e para alunos talentosos percebem os cientistas e distinguem a ciência da pseudociência?	Erdogan (2019)
A13	O efeito do ensino de astronomia orientado pela argumentação nas crenças pseudocientíficas de futuros professores	Cekbas e Ozel (2019)
A14	Crenças falsas de futuros professores em superstições e pseudociências em relação à ciência e tecnologia	Fuertes-Prieto et al. (2020)
A15	Concepções pseudocientíficas em estudantes do ensino médio e professores de biologia: uma abordagem exploratória	Pujalte et al. (2021)
A16	Investigação da distinção entre ciência e pseudociência e crenças epistemológicas de futuros professores	Onal e Kirmizigul (2021)
A17	Ideias pseudocientíficas em professores e estudantes: uma abordagem a partir da natureza da ciência	Pujalte et al. (2021)
A18	Nível de aceitação de crenças epistemicamente injustificadas em professores em formação do ensino fundamental: influência do estilo cognitivo, nível acadêmico e gênero	Cadena-Nogales et al. (2022)
A19	Análise multivariada de crenças em pseudociência e superstição entre professores em formação na Espanha	Fernandez-Carro et al. (2022)
A20	Crenças pseudocientíficas e conhecimento da natureza da ciência em futuros professores	Kizilcik (2022)
A21	Concepções de professores sobre ciência e pseudociência distinguindo astronomia de astrologia	Karaman (2023)

Fonte: Os autores (2024).

O levantamento bibliográfico, por meio das bases científicas e critérios elencados, permitiu identificar 21 trabalhos que se encaixam no objetivo da revisão sistemática. A seguir, apresentaremos algumas tendências de publicação, a definição de pseudociência adotada, os resultados encontrados e as implicações para o ensino de ciências e formação de professores.

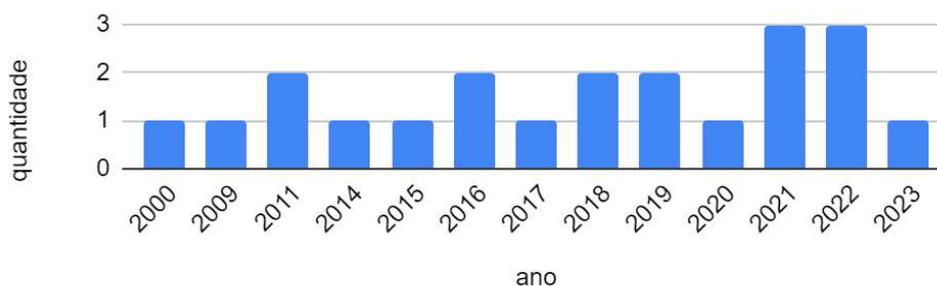
1.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

1.2.1 Principais tendências

Os 21 trabalhos constituem artigos acadêmicos frutos de pesquisas empíricas que analisaram a concepção sobre pseudociência entre professores em exercício ou em formação. Portanto, possuem objetivos que convergem para um ponto em comum, ainda que o processo de investigação e a metodologia adotada ocorram de acordo com o respectivo foco de análise dos investigadores.

Dentre os trabalhos encontrados, quatro foram escritos em espanhol (A7, A9, A15, A17) e os demais em inglês. Em relação à data de publicação, conforme definido na metodologia, buscamos trabalhos publicados a partir do ano 2000 até o primeiro trimestre de 2023. A Figura 1 abaixo apresenta a evolução histórica de publicação dos trabalhos.

Figura 1 - Evolução histórica de publicações dos trabalhos



Fonte: Autores (2023).

Por meio desta amostra, é possível identificar que o número de trabalhos oscila entre 1 e 2. Dessa forma, a área de pesquisa sobre a percepção de pseudociência entre professores, ao longo do tempo, não possui uma quantidade significativa de publicações nas bases de dados utilizadas.

Em relação à natureza da pesquisa, nove trabalhos se caracterizam como pesquisas qualitativas, sete como quantitativas e cinco pesquisas utilizaram os métodos mistos. Os estudos de natureza qualitativa baseiam-se em dados descritivos e exploratórios obtidos por meio de discussões, análise de notícias, grupos focais, entrevistas e questionários. Já os

estudos quantitativos utilizam análise estatística de dados numéricos, especificamente por meio de questionários. As pesquisas mistas, por sua vez, combinam as abordagens e unem as ferramentas descritas acima. Essa diversidade de metodologias fornece uma visão mais completa sobre o tema a ser estudado, possibilitando uma análise mais aprofundada.

O uso de questionários aparece na maioria das pesquisas, sendo que onze pesquisas utilizam questionários com questões fechadas e já documentados na literatura (A3, A4, A10, A11, A12, A14, A15, A16, A18, A19, A20), quatro questionários próprios com questões abertas (A2, A5, A8, A21), dois questionários próprios com questões fechadas (A1, A13) e um questionário próprio misto (A9). Tal como a natureza das pesquisas, a riqueza de instrumentos de coleta de dados pode favorecer uma compreensão mais abrangente sobre o tema, uma vez que cada ferramenta possui a sua potencialidade e fragilidade.

Em síntese, podemos afirmar que o tema dos instrumentos de pesquisa abrangeu três dimensões de análise: a compreensão da natureza da ciência, a compreensão de assuntos de natureza pseudocientífica e a demarcação entre ciência e pseudociência. Alguns dos temas associados a tópicos pseudocientíficos incluíram: Criacionismo e *Design* Inteligente, Saúde e Medicina (acupuntura, cura quântica, curandeirismo, dietas milagrosas, homeopatia, iridologia, produtos naturais, reflexologia), Astrologia e Esoterismo (astrologia, cristais, horóscopo, imposição de mãos, magia, mediunidade, método do pêndulo, Nostradamus, número da sorte, pedras de cura, reencarnação, telepatia), Criaturas Mágicas e Extraterrestres (*alien*, dragões, bruxas, pé grande, extraterrestres, OVNI, ufologia) e Fenômenos Paranormais (grafologia, parapsicologia, telecinese).

Em relação aos sujeitos da pesquisa, apenas três artigos investigaram a concepção de professores em exercício (A6, A17, A21); os demais trabalhos possuem como sujeitos os professores em formação. Observou-se uma multiplicidade de níveis de análise. Por exemplo, alguns trabalhos investigaram alunos recém ingressos no curso, enquanto outros abordam alunos do terceiro ano, devido a uma disciplina que discutia a epistemologia da ciência. Houve também uma multiplicidade de formações em componentes curriculares específicos. Em razão do tema de estudo, vale ressaltar que diversas pesquisas investigaram futuros professores de pedagogia ou dos níveis básicos de ensino, os quais, provavelmente, irão lecionar ciências em sala de aula. Contudo, seis trabalhos especificam que o público alvo são professores ou futuros professores de ciências (A2, A6, A8, A11, A13, A18), três destacaram que parte dos sujeitos eram futuros professores de biologia (A10, A15, A17), e um trabalho também destacou futuros professores de física e química (A10).

Quanto à nacionalidade das pesquisas, a Turquia foi o país com o maior número de trabalhos identificados (n=10), seguido pela Espanha (n=5), EUA (n=2), Argentina (n=1), Austrália (n=1), Colômbia (n=1) e Noruega (n=1). Essa tendência nos permite inferir que, embora as publicações neste tema sejam recentes, as concepções de pseudociência entre professores e futuros professores têm despertado o interesse de pesquisadores ao redor do mundo, com maior destaque para países como: Turquia, Espanha, EUA, e em menor grau, na América Latina.

1.2.2 A noção de pseudociência no referencial teórico dos trabalhos

Conforme definido pelo dicionário Houaiss de Língua Portuguesa, a pseudociência engloba um “conjunto de teorias, métodos e afirmações com aparência científica, mas que partem de premissas falsas e/ou que não usam métodos rigorosos de pesquisa”. Sendo assim, a pseudociência se apropria indevidamente dos créditos atribuídos à ciência para buscar sua validade, ainda que seus métodos não sejam os mesmos utilizados pelos cientistas.

Ao longo do tempo, diversos filósofos da ciência construíram correntes epistemológicas que nos auxiliam a compreender e diferenciar o que se constitui ou não ciência. Alguns filósofos destacam a importância da observação e do método científico, enquanto outros adotam abordagens mais críticas, argumentando que a ciência não é uma atividade neutra, e que está sujeita a influências culturais, históricas, políticas e sociais. A pluralidade de definições nos leva a considerar qual o conceito fundamental de pseudociência e como podemos distingui-la do conhecimento científico.

Nem todos os trabalhos apresentam uma definição explícita de pseudociência, mas apresentam características que nos permitem inferir o que o autor considera ou não um conteúdo pseudocientífico. Segundo os trabalhos apresentados, a pseudociência se afirma como ciência (A3, A4, A5, A8, A12, A17, A17, A20), porém, carece de evidência científica (A6, A7, A8, A9, A13, A14, A17, A16, A17, A18, A21). Além disso, frequentemente se baseiam em crenças pessoais, apelam a causas naturais e usam afirmações autoritárias e anedotas (A3, A4, A16, A18, A20), o que compromete a compreensão adequada da ciência (A2).

Além disso, muitas práticas pseudocientíficas ditas como comprovadas cientificamente, permanecem fechadas para a falsificação (A11, A13, A14, A18), e fazem alegações que são inconsistentes ou contraditórias, quando comparado com o atual conhecimento científico (A1, A9, A10, A17, A18, A20). A aceitação dessas crenças depende

de diversos fatores, entre eles, uma formação científica inadequada e uma predisposição para a crença (A22).

Conforme observado anteriormente, nem todos os autores deixaram explícita a definição adotada para pseudociência. Embora a maioria dos trabalhos não se aprofunde na questão da Filosofia da Ciência, mesmo nas definições mais gerais, foi possível perceber e delimitar características recorrentes que nos auxiliaram a determinar uma visão geral de pseudociência nesses trabalhos. Ressaltamos que é possível afirmar que os trabalhos dedicam mais tempo em dar exemplos de pseudociências do que à descrição da sua natureza.

1.2.3 Resultados encontrados

Os 21 trabalhos que fazem parte do escopo desta revisão possuem objetivos convergentes entre si, abordando as concepções de ciência e pseudociência entre professores atuantes e professores em formação. Apesar dessa convergência, os autores adotaram abordagens distintas na análise dos resultados. Enquanto alguns trabalhos se concentraram na demarcação, outros direcionaram discussões para o cenário do ensino de ciências ou a compreensão do entendimento da natureza da ciência entre os sujeitos. Essa diversidade permitiu estabelecer um panorama de abordagens, ampliando o entendimento sobre o tema. A seguir, serão apresentados os resultados, conforme os objetivos propostos.

Os trabalhos A5 e A21 possuem como foco a astrologia. O trabalho A5, de autoria de Kaplan (2014), cujos sujeitos são 29 professores de ciências da natureza em formação, evidenciou que a maioria desses sujeitos têm fortes crenças pseudocientíficas e aceitação de tópicos relacionados à astrologia. O trabalho A21, de Karaman (2023), cujos sujeitos incluem 119 professores de física e 283 de ciências da natureza, corrobora esses resultados e acrescenta um elemento adicional ao introduzir os seis critérios de demarcação mais utilizados por professores em formação para demarcar a diferença entre astronomia e astrologia. Esses critérios incluem autoridade, evidências empíricas, metodologia de pesquisa, objetividade, subjetividade e universalidade.

O trabalho A8, de autoria de Metin e Ertepinar (2016), examinou as crenças de 41 professores de ciências naturais em formação sobre terremotos. Os participantes mostraram um bom conhecimento geral sobre causas e frequências, mas confundiram magnitude com intensidade. Em relação às crenças pseudocientíficas associadas aos terremotos, um baixo número de sujeitos alegou acreditar, por exemplo, em uma relação entre terremotos e astrologia. Ainda, o trabalho A13, de autoria de Cekbas e Ozel (2019), cujos sujeitos são 54

professores de ciências da natureza em formação, evidenciou que uma abordagem de ensino orientada para a argumentação pode ser eficaz na redução das crenças pseudocientíficas dos professores em formação no campo da astronomia.

O trabalho A6, de autoria de Nordheim (2015), examinou as percepções e práticas relatadas por 25 professores de ciências da natureza sobre a avaliação crítica de afirmações sobre a saúde. Após as entrevistas com grupos focais, os resultados mostraram que os professores valorizam mais a fonte de informações do que o conteúdo em si. Além disso, eles possuíam limitações para lidar com a incerteza e temas científicos conflitantes. Em complemento, os trabalhos A7, de autoria de Uskola (2016), e A9, de autoria de Ibarluzea (2017), examinaram a crença específica em produtos homeopáticos. Identificou-se que muitos estudantes acreditam na eficácia desses produtos, apesar da falta de evidências científicas. Não houve diferenças significativas entre os estudantes que cursaram ou não ciências. No entanto, no caso do trabalho A7, após uma intervenção dos pesquisadores, essas crenças entre estudantes diminuíram significativamente. Analogamente aos resultados acima, o trabalho A15, de autoria de Pujalte (2021), identificou que as crenças pseudocientíficas mais comuns entre os professores de biologia entrevistados estavam relacionadas à homeopatia e à acupuntura.

Os trabalhos A1, A3, A4, A10 e A17 desenvolveram pesquisas que buscaram delimitar se professores de ciências da natureza em formação acreditavam em diversos tipos de pseudociência. O trabalho A1, de autoria de Yates e Chandler (2000), evidenciou que esses sujeitos acreditam em eventos paranormais e pseudocientíficos, tais como astrologia, extraterrestres, mediunidade e reencarnação, e que a aceitação destas crenças está associada a uma atitude menos positiva em relação à ciência. O trabalho A3, de autoria de Losh e Nzekwe (2011), evidenciou que os futuros professores, incluindo estudantes de educação elementar, educação física, estudos sociais, inglês e matemática, têm conhecimentos básicos de ciência, e que há uma correlação em que os defensores do criacionismo costumam rejeitar mais as ideias sobre alienígenas, magia e astrologia, enquanto que os defensores do evolucionismo costumavam acreditar mais nesses tópicos.

Já o trabalho A4, de autoria de Losh e Nzekwe (2011), teve como intuito específico verificar a diferença de aceitação das pseudociências de acordo com a área de formação. Os resultados mostraram que os professores de ciências em formação são mais propensos a aceitar a evolução, enquanto futuros professores de outras áreas, como inglês, matemática e educação física, são mais propensos a rejeitá-la. Os autores também evidenciaram que a religião e o uso da mídia são fatores importantes na formação de crenças no criacionismo.

Em acordo com as pesquisas já descritas anteriormente, o trabalho A10, de autoria de Es e Turgut (2018) cujos sujeitos são 60 futuros professores de biologia, física e química, e o trabalho A17, de autoria de Pujalte (2021) cujos sujeitos são 43 professores de biologia em formação, também identificaram fortes crenças sobre tópicos como astrologia, reflexologia, pedras de cura, acupuntura e ufologia. Ambos os trabalhos dialogam sobre como o curso de formação pode auxiliar nesse aspecto, uma vez que a falta de educação científica pode levar a uma aceitação acrítica de pseudociências.

Embora os trabalhos A2, A11, A12, A14, A16, A18, A19 e A20 também tenham utilizado questionários com elementos das pseudociências, os autores se dedicaram mais à análise dos aspectos relacionados à natureza da ciência e à formação científica. O trabalho A2, de autoria de Turgut (2009), identificou que uma parte significativa dos 57 participantes não têm uma compreensão clara do que constitui uma afirmação científica válida e confiável, por exemplo, a maioria dos futuros professores de ciências tende a confiar mais na fonte do que na validade científica da informação.

O trabalho A11, de autoria de Uçar e Sahin (2018), identificou que os 123 professores de ciências em formação têm dificuldades em entender a estrutura da ciência, os métodos científicos e a experimentação científica. Além disso, eles demonstram dificuldades em distinguir a ciência legítima da pseudociência. Essas conclusões podem estar relacionadas à uma falta de compreensão sólida da natureza da ciência por parte dos professores em formação. O trabalho A12, de autoria de Erdogan (2019), também identificou que os professores em formação têm dificuldades em distinguir entre ciência e pseudociência e que suas percepções sobre cientistas são influenciadas por estereótipos culturais.

O trabalho A14, de autoria de Fuertes-Prieto (2020), descobriu que o grupo de futuros professores têm mais interesse em ciência e tecnologia em comparação ao público em geral. Em contrapartida, o trabalho A19, de autoria de Fernández-Carro (2022), descobriu que os professores em formação tendem a ter crenças semelhantes às de seus pares e que fatores como idade, gênero e nível de educação podem influenciar suas atitudes em relação à pseudociência e à superstição.

O trabalho A16, de autoria de Onal e Kirmizigul (2021), identificou que os professores em formação reconhecem características da ciência, mas tem dificuldades na demarcação entre ela e a pseudociência. No entanto, a crença em relação ao método científico é mais forte naqueles que tiveram disciplinas de educação científica ou métodos de pesquisa científica na graduação. Além disso, o estudo sugere que a estrutura das crenças epistemológicas é influenciada por fatores pessoais, ambiente social e cultura.

O trabalho A18, de autoria de Cadena-Nogales (2022), cujos sujeitos são 250 professores em formação, identificou que esses sujeitos têm um nível de aceitação de crenças epistemicamente não justificadas, o que pode impactar negativamente a tarefa de promover a alfabetização científica nas crianças. O estilo cognitivo desses professores desempenha um papel importante em sua aceitação de crenças epistemicamente não justificadas. Os professores que têm um estilo mais racional tendem a rejeitar essas crenças em comparação com aqueles com um estilo experiencial, que tendem a aceitá-las em maior medida. Além disso, há evidências de que um nível acadêmico mais elevado (ou seja, mais treinamento científico) reduz significativamente a aceitação de crenças epistemicamente não justificadas, e que o gênero afeta essa aceitação.

O trabalho A20, de autoria de Kizilcik (2022), cujos sujeitos são 215 professores, em sua maioria, de disciplinas como: física, matemática e ciências sociais, identificou que o entendimento da natureza da ciência depende principalmente da aprendizagem correta de conceitos relacionados à ciência, como leis, teorias, observação, inferência, etc. A falha em adquirir esses conceitos conforme são usados na ciência faz com que os diferentes significados atribuídos a eles na vida cotidiana prevaleçam. Se a compreensão das pessoas sobre os conceitos básicos da ciência estiver estruturada de forma inadequada, todo o seu senso do que é a ciência estará errado. É especialmente importante que os professores em formação tenham o entendimento correto, pois são responsáveis por transmitir esse conhecimento às gerações futuras. A seção também destaca que a mudança do conhecimento científico é frequentemente mal interpretada e que a falta de compreensão da natureza das teorias científicas e da mudança do conhecimento científico se reforçam mutuamente.

1.2.4 Implicações para o Ensino de Ciências e Formação de Professores

A maioria dos trabalhos estava ambientada no contexto da formação de professores. Nesse sentido, os trabalhos atentam para a necessidade da inclusão de atividades sobre a Natureza da Ciência, as quais ressaltam o pensamento crítico e o ceticismo, tendo como cenário as alegações científicas (A1, A3, A4, A5, A6, A8, A11, A12, A16, A19 e A21). Em complemento, sugerem-se atividades específicas de demarcação; isto é, que desenvolvam a habilidade de avaliar evidências científicas e de distinguir o que é ciência do que não é (A2, A6, A7, A10). Além disso, é relevante que os futuros professores desenvolvam habilidades de argumentação científica, não apenas para melhorar a compreensão de conceitos científicos e reduzir crenças pseudocientíficas, mas também para seu uso no ensino (A13).

Em relação ao ensino de ciências, a presença significativa de crenças pseudocientíficas pode afetar a capacidade de transmitir informações de maneira precisa e objetiva (A5). Portanto, é essencial que os professores estejam preparados para lidar com questões pseudocientíficas em sala de aula e auxiliar os estudantes no desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico (A7, A9). Vale ressaltar que a transmissão não crítica de tais concepções pelos professores pode representar um obstáculo à promoção do pensamento crítico. Portanto, é necessário esclarecer que os professores são responsáveis por transmitir uma imagem de ciência que permita aos estudantes pensar criticamente e tomar decisões argumentadas em sua vida cotidiana (A17).

1.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo visou identificar trabalhos cujos objetivos convergem na proposta de identificar a percepção sobre pseudociências de professores em exercício e em formação. Por meio das bases de dados, descritores e critérios de seleção, foi possível identificar 21 trabalhos na literatura, os quais foram analisados conforme: as principais tendências de publicação, a definição de pseudociência utilizada, os principais resultados e as implicações para a formação de professores.

As pesquisas utilizaram diferentes metodologias, sendo nove qualitativas, sete quantitativas e cinco mistas, permitindo uma análise abrangente do tema. Quanto aos instrumentos de coleta de dados, a maioria das pesquisas empregou questionários, tanto com questões fechadas quanto abertas. O estudo abrangeu três dimensões principais: a compreensão da natureza da ciência, assuntos pseudocientíficos e a demarcação entre ciência e pseudociência. Os temas associados a tópicos pseudocientíficos abrangeram temas como criacionismo, saúde e medicina, astrologia, esoterismo, criaturas mágicas, extraterrestres e fenômenos paranormais. A pesquisa teve como foco principalmente professores em formação, embora alguns estudos tenham investigado também professores em exercício.

De acordo com a amostra de estudos desta revisão, a Turquia se destacou com o maior número de trabalhos identificados, seguida pela Espanha, EUA e outros países da América Latina. Isso evidencia que a compreensão da pseudociência entre professores é uma inquietação global, especialmente nessas regiões. Quanto à predominância de estudos provenientes da Turquia, algumas conjecturas possíveis incluem: questões específicas que capturam o interesse dos pesquisadores, oportunidades de financiamento direcionadas para

essa pesquisa ou uma sólida rede de colaboração entre pesquisadores que resulta na produção conjunta de estudos nesse campo.

No que concerne à definição de pseudociência adotada, as análises dos trabalhos revelaram algumas características recorrentes associadas à pseudociência. Estas características incluem: a assertiva de ser ciência sem apresentar evidências científicas adequadas, a recusa a explicações baseadas em causas naturais, a utilização de afirmações autoritárias e anedotas, as quais comprometem uma compreensão acurada da ciência. Adicionalmente, muitas práticas pseudocientíficas apresentam-se fechadas à falsificação, e suas alegações frequentemente carecem de consistência ou até mesmo são contraditórias em relação ao conhecimento científico vigente. A aceitação dessas crenças pode depender de uma formação científica inadequada e de predisposições favoráveis. Embora os trabalhos analisados não tenham definido explicitamente o conceito de pseudociência, eles oferecem exemplos e características que ajudaram a compreender o tema. É importante notar que os trabalhos enfatizam mais os exemplos do que uma análise profunda da Filosofia da Ciência em si.

As pesquisas abordam diversas áreas da pseudociência, com destaque para astrologia, homeopatia e crenças paranormais. Alguns estudos relatam crenças pseudocientíficas prevalentes entre professores em formação e sugerem que as intervenções podem reduzir essas crenças. Além disso, os trabalhos destacam a importância da formação científica adequada para a compreensão correta da ciência e para a identificação de pseudociências. Também é observada a influência de fatores como religião, mídia e estereótipos culturais nas crenças pseudocientíficas. Para as pesquisas que utilizaram o sexo como variável, não foi apontado uma diferença significativa nas crenças de homens e mulheres, no entanto, os alunos dos últimos anos tendem a ter mais argumentos para contrapor uma pseudociência, quando comparado com os alunos dos primeiros anos.

Os trabalhos analisados destacam a importância da formação de professores com atividades que abordem a Natureza da Ciência, promovendo o pensamento crítico e o ceticismo em relação a alegações científicas. Sugerem atividades de demarcação para avaliar evidências científicas e distinguir o que é ciência do que não é. Habilidades de argumentação científica também são consideradas relevantes para melhorar a compreensão de conceitos científicos e reduzir crenças pseudocientíficas, além de beneficiar o ensino. O alto número de crenças pseudocientíficas pode impactar negativamente a capacidade de ensinar ciências de forma precisa e objetiva. Desse modo, é essencial que os professores estejam preparados para lidar com essas questões em sala de aula e auxiliar os estudantes a desenvolver o pensamento crítico. A transmissão acrítica de concepções pseudocientíficas pelo professor pode ser um

obstáculo para a promoção do pensamento crítico entre os estudantes, sendo importante que os professores transmitam uma imagem de ciência que estimule o pensamento crítico e a tomada de decisões fundamentadas no cotidiano dos estudantes.

O presente estado do conhecimento tem algumas limitações comuns aos estudos de revisão de literatura. Uma dessas limitações é a barreira linguística, além do fato de que nos restringimos a quatro das principais bases de dados e somente a artigos acadêmicos. Para obter uma pesquisa mais abrangente, seria recomendável incluir uma maior quantidade de bases de dados, integrar outros tipos de pesquisas, como teses e dissertações, e ampliar a variedade de descritores utilizados. Ademais, é importante ressaltar a necessidade de novos estudos empíricos, especialmente em âmbito nacional, considerando a escassez de pesquisas nessa direção. Esses estudos seriam essenciais para mapear as fragilidades nas concepções de professores e futuros professores, permitindo uma compreensão mais profunda de suas implicações no ensino de ciências. A formação de professores é um dos caminhos iniciais para abordar essa questão, uma vez que reconhecemos que nenhum indivíduo é uma "tábula rasa".

CAPÍTULO 2 FUNDAMENTAÇÃO CONCEITUAL

Neste capítulo será apresentado o referencial teórico e epistemológico da pesquisa, visando destacar os aspectos fundamentais à caracterização da noção de ciência e pseudociência. Para isto, recordaremos as ideias de alguns dos principais teóricos da epistemologia da ciência, com ênfase nas ideias de Mario Bunge (1919-2020). Será apresentado um panorama sobre as práticas pseudocientíficas no contexto brasileiro.

2.1 CONHECIMENTO E O CONHECIMENTO CIENTÍFICO

A ideia de conhecimento possui raízes antigas na filosofia, de modo que essa noção evoluiu com o tempo e as mudanças decorrentes do contexto social e histórico. Bachelard (1996, p.18) argumenta que “todo o conhecimento é a resposta a uma pergunta”, nesse sentido, ao conceber novas perguntas, e buscar pelas respostas, podemos ter acesso a novos conhecimentos, melhorar ou substituir conhecimentos antigos.

Para Aranha e Martins (1993), a palavra conhecimento pode se referir ao ato de conhecer algo, ou ao seu produto, ou seja, ao saber adquirido. As autoras definem o conhecimento como o “pensamento que resulta da relação que se estabelece entre o sujeito que conhece o objeto a ser conhecido” (Aranha; Martins, 1993, p.21). Compreende-se então que o conhecimento é um processo mental que não se restringe apenas à ação de buscar informações ou compreender algo, mas também envolve a construção de um saber que é adquirido e assimilado pelo sujeito. De maneira análoga, Bunge (2002) compreende que o conhecimento é o resultado de um processo cognitivo que decorre de uma percepção, experimento ou dedução.

O conhecimento, para Bunge (2002), pode ser dividido em duas classes: o conhecimento tácito (saber como) e o conhecimento explícito (saber que). O conhecimento tácito é incorporado por meio das habilidades de uma pessoa e nem sempre é facilmente verbalizado. Por exemplo, um estudante do 1º ano do Ensino Médio pode facilmente encontrar a solução de uma equação exponencial, ainda que não entenda completamente o processo matemático. Já o conhecimento explícito é aquele que pode ser claramente comunicado. Por exemplo, a lei do movimento uniformemente acelerado, que pode ser expressa matematicamente como $v=v_0+a*t$, onde v_0 , a e t são respectivamente: a velocidade inicial do objeto, a aceleração e o tempo decorrido desde o início do movimento.

A área da filosofia que se dedica ao estudo da cognição e do conhecimento é a epistemologia. Por meio dela, diversos teóricos buscam entender como se dá a aquisição do conhecimento, como ele se desenvolve e como podemos distinguir um conhecimento verdadeiro de um conhecimento falso. No entanto, salienta-se que o conhecimento verdadeiro é apenas um caso de conhecimento, e portanto, é suficiente, mas não necessário, que um conhecimento seja verdadeiro (Bunge, 2002).

Com base na teoria do conhecimento, é possível perceber duas correntes filosóficas: o ceticismo e o dogmatismo. Segundo Aranha e Martins (1993), o ceticismo é uma postura filosófica que questiona a possibilidade do conhecimento absoluto e da comunicação da verdade. Existem diferentes níveis de ceticismo, incluindo os moderados e os radicais, mas todos os cétricos enfrentam uma contradição ao afirmar qualquer certeza absoluta. Por outro lado, o dogmatismo é uma atitude de crença que estabelece uma conexão entre a razão humana e a certeza, frequentemente expressa por verdades inquestionáveis (Aranha; Martins, 1993). Nesse sentido, dada a rigidez da postura dogmática, ela pode ser prejudicial à busca por novos conhecimentos.

Um caso particular de conhecimento é o senso comum, que também é chamado de conhecimento espontâneo ou popular. Trata-se do conhecimento adquirido por meio de tradições e experiências vividas em uma comunidade, consolidando-se como um conjunto de valores e ideias que permitem interpretar a realidade a seu modo (Aranha; Martins, 1993). O senso comum é ametódico, ou seja, não tem um método, e nasce diante da necessidade de resolver problemas da vida cotidiana. Por exemplo, uma pessoa pode ter sucesso na produção de um bolo, mesmo sem conseguir explicar as causas subjacentes ao processo. Nesse sentido, trata-se de um conhecimento tido como empírico e ingênuo (Aranha; Martins, 1993).

Além do senso comum, existem diversos tipos de conhecimento, como o conhecimento artístico, científico, cultural, filosófico, histórico e técnico. Cada um desses tipos de conhecimento possui características específicas e contribui de maneiras distintas para a compreensão e o avanço da humanidade. Sagan (1996) argumenta que, de todos os tipos de conhecimento, o conhecimento científico é a melhor forma de compreender a natureza e o universo, já que está fundamentado na observação, experimentação e teoria.

Sagan (1996) defende o ceticismo científico, uma vez que acredita que se deve questionar continuamente as evidências e teorias, com base em uma metodologia científica. No entanto, é possível que um sujeito tenha uma postura dogmática quanto ao conhecimento científico, o que reforça o chamado científicismo, corrente de pensamento que atribui um valor supremo ao conhecimento científico e à metodologia científica como a única forma

legítima de obter conhecimento e compreender o mundo. O cientificismo será retomado mais adiante, juntamente com outras noções deformadas sobre a natureza da ciência. Por hora, é importante destacar que uma postura cientificista, assim como seu oposto, uma postura negacionista, impõem limitações ao pensamento crítico e à capacidade de questionar e analisar diferentes perspectivas (Sagan, 1996).

O conhecimento científico é a base para o desenvolvimento da ciência, uma vez que, por meio de métodos utilizados para investigar, compreender e explicar fenômenos naturais, produz um conhecimento confiável. Definir com precisão o que é ciência não é uma tarefa fácil, visto que sua noção é objeto de discussões históricas e filosóficas até os dias atuais, havendo muitas nuances e desafios para se chegar a uma definição precisa e coerente (Chalmers, 1993). Salienta-se, contudo, a necessidade de tentar compreender o que caracteriza e o que diferencia um conhecimento, para que possamos determiná-lo como científico.

A crítica popperiana destaca a fragilidade da lógica indutiva como uma base sólida para a construção do conhecimento científico, uma vez que se interessa apenas pela confirmação. O autor usa o exemplo dos cisnes, associado ao filósofo David Hume, para destacar a fragilidade da indução, uma vez que “o fato de conhecer um efeito produzido por um determinado evento e projetar para um futuro que o mesmo irá acontecer, não nos habilita a afirmar com precisão o futuro dos acontecimentos” (Laux, 2012, p.16). Em outras palavras, se todas as inferências se baseiam exclusivamente na experiência, pressuporemos que o futuro será semelhante ao passado, o que é um equívoco. Por exemplo, no próprio problema dos cisnes, basta que exista apenas um cisne de outra cor, para que coloque em risco a generalização.

O chamado “problema da indução” nos leva a refletir se existem leis universais que são seguramente verdadeiras, ou provavelmente verdadeiras, e questiona se é possível levantar essa dúvida a partir de observações e resultados experimentais (Silveira, 1996). Levando em conta que as teorias científicas são invenções humanas para descrever a realidade, Popper (1989, p.25), conforme citado por Silveira (1996, p.205), afirma que “algumas dessas teorias são tão ousadas que podem entrar em conflito com a realidade, são essas as teorias testáveis da ciência. E quando podem entrar em conflito, aí sabemos que há uma realidade”.

A ideia de ciência defendida por Popper (1972), do ponto de vista epistemológico, pode ser caracterizada como realista. Isso significa uma concepção na qual o mundo existe por si mesmo, independente de nossa mente ou de aspectos subjetivos. No entanto, por meio de sucessivas aproximações, é possível conhecê-lo, ainda que em partes (Silveira, 1996).

Dessa forma, reforça-se o pensamento de Popper de que as teorias são construções humanas na tentativa de compreender a natureza. Portanto, o conhecimento científico é falível, corrigível e criado, e não descoberto em conjuntos de dados empíricos (Silveira, 1996).

Karl Popper foi um dos mais influentes filósofos da ciência no século XX, e seu método de inferir se algo é ciência ou pseudociência, o falseacionismo, é recordado por filósofos da ciência até os dias atuais. Popper defendia que uma teoria científica deve ser capaz de passar por uma série de testes rigorosos para ser considerada válida. Caso uma teoria não consiga ser aprovada nesses testes, ela deve ser descartada e substituída por outra teoria que seja passível de ser submetida aos mesmos critérios de teste. Portanto, para Popper, uma teoria nunca deve deixar de ser falsificável, pois sempre deve ser possível submetê-la a novos testes, a fim de garantir o progresso científico (Laux, 2012; Silveira, 1996). Para Laux (2012, p.19) “esta talvez seja a resposta mais adequada ao problema proposto por Hume”.

A posição falseacionista afirma que, ao testar uma teoria científica, usamos proposições de observação cuja aceitação é experimental. No entanto, para Chalmers (1993), as proposições de observação podem revelar-se falsas no futuro, o que sugere que não podemos ter falsificações conclusivas, ou seja, não podemos provar completamente que uma teoria está errada, dado que nossas observações podem ser limitadas ou sujeitas a erros. Por exemplo:

[...] o conhecimento disponível na época de Copérnico não permitia uma crítica legítima da observação de que os tamanhos aparentes de Marte e Vênus permaneciam, grosso modo, constantes, de forma que a teoria de Copérnico, tomada literalmente, poderia ser considerada falsificada por essa observação. Cem anos mais tarde, a falsificação pôde ser revogada devido aos novos desenvolvimentos na ótica (Chalmers, 1993, p.84).

Embora o falseacionismo tenha recebido várias críticas ao longo da história, conforme observado por Laux (2012, p. 18), “sua teoria da falseabilidade não encontra concorrente ou obstáculo que a coloque como uma teoria obsoleta e ultrapassada”. Isso implica que essa abordagem permanece válida para analisar uma ampla variedade de casos e estabeleceu uma base sólida para o desenvolvimento de outros métodos de demarcação, os quais serão examinados nas próximas seções. Vários outros estudiosos trouxeram contribuições significativas que nos incentivam a repensar a concepção de ciência. Por exemplo, Thomas Kuhn (1978), compara fazer ciência a montar um quebra-cabeças, de onde é possível extrair conceitos importantes, como paradigmas, crises, ciência normal e revolução científica, ressaltando a necessidade de se considerar o contexto social e histórico. O racionalismo crítico de Imre Lakatos (1989), o qual sugere que a ciência avança por meio de

programas de pesquisa, nos quais teorias são desenvolvidas e testadas. A proposta de vigilância epistemológica de Gaston Bachelard (1996), apresenta uma concepção importante e até mesmo poética a respeito dos erros e dos obstáculos epistemológicos, destacando a necessidade de superar preconceitos e ideias preestabelecidas.

2.1.1 Mario Bunge e o Realismo Científico

Além das teorias brevemente citadas acima, a Filosofia e a História da Ciência nos mostram diversas tentativas de descrever e caracterizar a ciência. Uma das teses modernas amplamente difundidas é o Realismo Científico, que foi promovida pelo renomado filósofo e cientista argentino Mario Bunge (1919-2020). Bunge iniciou sua carreira como físico, mas também desenvolveu interesse pela filosofia da ciência. Fundou a Universidade Obrera Argentina, que acabou sendo fechada pelo governo de Juan Perón. Criou a revista *Minerva* para combater o irracionalismo. Escreveu artigos influentes, como "What is Chance?", atraindo a atenção de David Bohm. Foi professor de física teórica e filosofia da ciência em universidades argentinas e nos Estados Unidos. Recebeu vários prêmios e reconhecimentos ao longo de sua carreira, além de ser membro de associações científicas de destaque. Ao final de sua vida, foi agraciado com 24 doutorados *Honoris Causa* (Oliveira, 2019).

Bunge defende que a ciência se dá pela “busca crítica de ou para a utilização de padrões nas ideias, na natureza ou na sociedade” (Bunge, 2002, p.54). Na ótica da epistemologia bungeana a ciência é um empreendimento cognitivo que contempla um conjunto de variáveis, as quais precisam ser satisfeitas para que algo seja considerado ciência. Para Bunge (1984, p.37), um campo cognitivo contempla algumas características em comum, as quais podem ser agrupadas conforme a seguinte dezena de elementos: E = (C, S, G, D, F, B, P, K, O, M).

C = Comunidade cognitiva;

S = Sociedade que hospeda C;

G = Visão de mundo, ou filosofia dos Cs;

D = Domínio ou universo de discurso de E: os objetos sobre os quais E trata;

F = Fundo formal: ferramentas lógicas e matemáticas empregadas em E;

B = Base específica: pressupostos de E, emprestados de outros campos cognitivos;

P = Problemáticas, ou conjunto de problemas que E pode abordar;

K = Conhecimento acumulado por E;

O = Objetivos da comunidade cognitiva ao cultivar E;

M = Métodos utilizados em E.

Bunge (1984) esclarece que há dois conjuntos distintos de campos cognitivos: o campo de crença e o campo de pesquisa. O campo de crença, quando muda, é fruto de uma controvérsia ou revelação, como é o caso da religião, das ideologias políticas e de diversas pseudociências. Já o campo de pesquisa muda constantemente, impulsionado pelos resultados de novas investigações, como ocorre na ciência, matemática e tecnologia. No entanto, conforme Bunge (1984, p.38/39), para que um campo cognitivo seja considerado ciência, é necessário que sejam respeitadas as seguintes doze condições:

- 1) Os componentes do campo científico (E) evoluem ao longo do tempo devido à investigação no mesmo campo e em campos relacionados;
- 2) A comunidade de pesquisa (C) é composta por pessoas com treinamento especializado, que possuem laços de informação entre si e seguem uma tradição de pesquisa;
- 3) A sociedade (S) que abriga a comunidade científica (C) incentiva ou pelo menos tolera suas atividades;
- 4) O domínio (D) é composto exclusivamente por entidades reais, passadas, presentes ou futuras;
- 5) A visão de mundo (G) adotado envolve: (a) uma ontologia que considera o mundo real como composto por coisas concretas em constante mudança, (b) uma teoria realista do conhecimento, (c) um sistema de valores que enfatiza clareza, precisão, profundidade, consistência e verdade, e, por fim, (d) a busca livre pela verdade, em vez da busca limitada pela utilidade, pelo consenso ou pela conformidade com dogmas;
- 6) O fundo formal (F) consiste em teorias lógicas ou matemáticas atualizadas;
- 7) A base específica (B) consiste em dados, hipóteses e teorias atualizados e razoavelmente confirmados obtidos em outros campos de pesquisa relevantes.
- 8) As problemáticas (P) envolvem exclusivamente problemas cognitivos relacionados à natureza dos objetos de estudo, bem como problemas relacionados aos outros componentes do campo científico.

- 9) O acúmulo de conhecimento (K) consiste em teorias, hipóteses e dados atualizados e testáveis, compatíveis com a base específica (B) e obtidos em E em tempos anteriores.
- 10) Os objetivos (O) incluem descobrir ou usar as leis dos domínios (D), sistematizar hipóteses e refinar métodos de pesquisa (M).
- 11) As metodologias (M) consistem em procedimentos que podem ser verificados, analisados e criticados, além de serem justificáveis e explicáveis.
- 12) E é uma componente de um campo cognitivo mais amplo, ou seja, há pelo menos outro campo de investigação de tal forma que (a) a visão de mundo (G), o fundo formal (F), a base específica específicos (B), o fundo específico (K), os objetivos (O) e os métodos (M) dos dois campos têm sobreposições não vazias, e (b) ou o domínio (D) de um campo está incluído no do outro, ou cada membro do domínio de um deles é uma componente de um sistema pertencente ao outro domínio.

Com base na proposta de Bunge (1984), entende-se que uma disciplina ou campo cognitivo “E” será considerada ciência se satisfizer todas as 12 condições estabelecidas acima. Essas condições incluem a existência de um objeto de estudo claramente definido, uma perspectiva filosófica realista, métodos verificáveis e críticos, uma comunidade de pesquisa especializada que compartilha informações e mantém tradições de investigação, um fundo formal de teorias matemáticas e lógicas atualizadas, e um fundo específico de dados e hipóteses bem confirmadas, entre outras.

Analisando o caso da física, percebe-se que se trata de um campo cognitivo que possui uma comunidade de pesquisa (C) composta por especialistas treinados, o qual realiza investigações constantes e segue uma tradição de pesquisa. A sociedade (S) que hospeda a comunidade científica de física incentiva e apoia suas atividades. O domínio (D) da física é composto por entidades reais, como partículas, campos de força e fenômenos naturais. A física adota uma visão de mundo (G) baseada em uma ontologia que considera o mundo composto por coisas concretas em constante mudança, e uma teoria realista do conhecimento. Utiliza um fundo formal (F), consistindo em teorias matemáticas e ferramentas lógicas atualizadas. A física lida com problemáticas (P) relacionadas às leis e natureza dos objetos estudados, bem como outros componentes do campo científico. Seu acúmulo de conhecimento (K) é composto por teorias, hipóteses e dados testáveis. Seus objetivos (O) incluem descobrir e utilizar as leis da natureza, sistematizar hipóteses e aprimorar métodos de

pesquisa. A física segue metodologias (M) que são verificáveis, analisáveis e criticáveis, sendo justificáveis e explicáveis. Além disso, a física está inserida em um campo cognitivo mais amplo em relação a outros campos de investigação científica, como a matemática e a química, onde há sobreposição dos elementos mencionados. Portanto, a física pode ser considerada como ciência.

Já no caso da astrologia, sabe-se que ela não evolui com base em investigações científicas sistemáticas, mas sim em tradições e interpretações subjetivas. Seu domínio (D) baseia-se em conceitos como influência astrológica dos corpos celestes sobre a personalidade e eventos da vida, não sustentados por evidências empíricas (Orsi, 2019). Dessa forma, não é possível considerar a astrologia como uma ciência.

Assim como no caso da astrologia, quando uma disciplina não satisfaz todas as 12 condições apresentadas anteriormente, ela pode ser definida como não ciência. Isso não significa, por si só, que seja algo desnecessário. Por exemplo, as artes e a filosofia têm um valor consolidado na sociedade. Por outro lado, quando um campo cognitivo não satisfaz às 12 condições, mas ainda assim se apresenta como uma ciência, podemos defini-lo como uma pseudociência.

Essa organização proposta por Bunge tem sido vista por diversos pesquisadores como uma das melhores abordagens epistemológicas contemporâneas para definir a ciência (Cordero, 2012) e tem servido como apoio para discussões sobre o ensino de ciências (Matthews, 2012; Cupani e Pietrocola, 2002, Westphal e Pinheiro, 2014). Na seção 2.3, retomaremos o problema da demarcação e discutiremos a caracterização da pseudociência, bem como forneceremos exemplos desse tipo de prática.

2.1.2 Ciência e Método

A ciência moderna é uma conquista recente na história, tendo surgido por volta do século XVII, notadamente com as figuras de Galileu Galilei e Isaac Newton. Segundo Aranha e Martins (1993), os filósofos na Grécia Antiga se ocupavam dos estudos da filosofia e ciência, com o desejo de distinguir o mito do saber comum. Anos mais tarde, na Idade Média, ocorreu a separação desses campos. A ciência definiu um objeto de investigação específico e criou um método para controlar o conhecimento. Graças à utilização do método científico, a investigação científica alcançou um corpo de conhecimento sistemático e objetivo capaz de prever eventos e intervir na natureza (Aranha; Martins, 1993). As evidências que surgem por

meio da aplicação do método científico em um corpo de conhecimento nos permitem concluir se sabemos ou não sobre o assunto em questão (Pilatti, 2018).

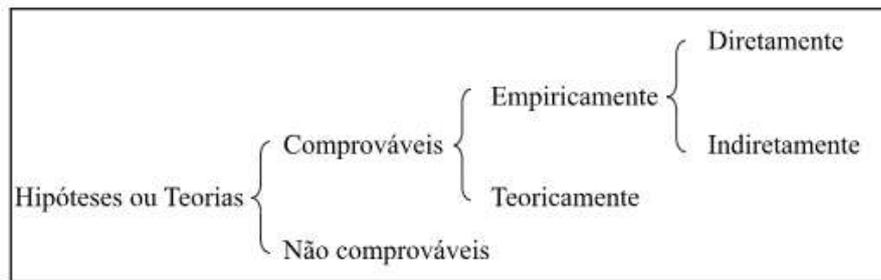
A palavra "método" é definida por Bunge (2002, p. 246) como “um procedimento regular e bem especificado para fazer alguma coisa: uma sequência ordenada de operações dirigida a um objetivo”. Nesse sentido, a aplicação de um método nos permite alcançar algo, seja material ou conceitual. O autor alerta que “a expressão (método científico) é enganosa, pois pode induzir a crença de que o método consiste num conjunto de receitas exaustivas e infalíveis” (Bunge, 1980, p. 34, grifo nosso). É importante notar que diferentes ramos da ciência possuem seus próprios métodos para calcular, observar e medir. Portanto, existe uma pluralidade de abordagens metodológicas, em vez de um único e infalível método científico. Além disso, a ciência não é um processo meramente mecânico e automático, mas sim uma atividade complexa e criativa que necessita de um conjunto de princípios gerais e específicos.

Uma hipótese ou teoria pode ser sujeita a comprovação ou não. De acordo com Bunge (1980), quando uma hipótese ou teoria é passível de comprovação, essa validação pode ser obtida por meio de evidências. Essas evidências podem ser empíricas, o que significa que, juntamente com dados empíricos, implicam em proposições específicas que podem ser comparadas com as proposições sugeridas por experimentos controlados. Além disso, as evidências podem ser teóricas, o que implica que a hipótese ou teoria pode ser confrontada com outras hipóteses ou teorias empiricamente comprovadas".

Nesse sentido, uma hipótese ou teoria científica deve ser capaz de gerar previsões precisas, com base em hipóteses auxiliares e dados empíricos. No entanto, se uma teoria não permite essa ampliação, não apenas sua capacidade de gerar previsões precisas fica comprometida, mas também se torna impossível testá-la empiricamente. Um exemplo sugerido pelo autor é o caso da psicanálise, onde, por maior que seja o repertório de dados que se tenha sobre um paciente, não é possível prever sua conduta (Bunge, 1980).

Hipóteses e teorias empiricamente comprováveis podem ser testadas de duas maneiras distintas. A primeira delas é direta, como quando medimos uma distância usando uma régua. A segunda é de maneira indireta, como quando precisamos medir dimensões maiores e aplicamos fórmulas geométricas. Nesse segundo caso, podemos dizer que a comprovação ocorre de maneira empírica, mas de forma indireta, muitas vezes com o auxílio de teorias (Bunge, 1980). A capacidade de comprovação, em ambos os casos, depende dos meios disponíveis ao pesquisador. A figura a seguir ilustra um esquema relacionado a essas classificações.

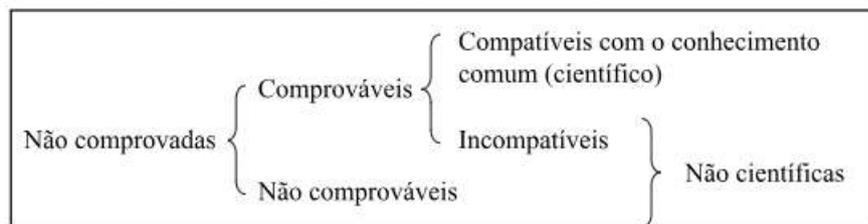
Figura 2 – Esquema para classificação de hipóteses ou teorias



Fonte: Adaptado de Bunge (1980).

Conforme a Figura 2 acima, é possível que uma hipótese ou teoria seja empiricamente ou teoricamente comprovável, e no primeiro caso, pode ocorrer de maneira direta ou indireta. Essas definições permitem induzir a condicional de que se uma hipótese ou teoria é comprovável, então é científica. Contudo, o autor ressalta que, embora a comprovação seja um requisito necessário, ela por si só não é suficiente. É igualmente crucial que a hipótese ou teoria seja compatível com o conhecimento científico existente. A Figura 3 abaixo ilustra essa situação:

Figura 3 - Esquema para classificação de hipóteses não comprovadas



Fonte: Adaptado de Bunge (1980).

Conforme ilustrado na Figura 3 acima, a condição resultante desse processo é que, para ser considerada científica, uma hipótese ou teoria deve satisfazer simultaneamente os critérios de comprovação e compatibilidade com o conhecimento comum. A linha divisória reside na capacidade de comprovação por si só e na capacidade de comprovação combinada com a compatibilidade. Esse critério não apenas possui importância teórica, mas também apresenta uma relevância prática, auxiliando na distinção entre o que é considerado ciência e o que não é.

Segundo Bunge (1980, p. 25), quando uma investigação se assume como um empreendimento de acordo com o método científico, supõe-se que algumas etapas foram cumpridas. Na tentativa de definir alguns princípios gerais, o autor propõe as seguintes etapas:

- 1) Identificação do problema ou lacuna no conhecimento;
- 2) Formulação precisa e clara do problema, considerando aspectos matemáticos ou novos conhecimentos;
- 3) Busca por conhecimentos ou instrumentos relevantes, como dados empíricos, teorias, aparelhos de medição e técnicas de cálculo;
- 4) Tentativa de solução utilizando os recursos identificados, avançando para a próxima etapa se não houver sucesso;
- 5) Criação de novas ideias, hipóteses, teorias ou geração de novos dados empíricos para resolver o problema;
- 6) Obtendo uma solução exata ou aproximada usando o conhecimento e os recursos disponíveis;
- 7) Investigação das implicações da solução obtida, seja para prognósticos teóricos ou para a relação com teorias existentes;
- 8) Prova ou comprovação da solução confrontando-a com teorias e informações empíricas relevantes. Se satisfatório, a pesquisa é concluída, caso contrário, avança-se para a próxima etapa;
- 9) Correção de hipóteses, teorias, procedimentos ou dados utilizados na solução incorreta, iniciando assim um novo ciclo de investigação.

Nesse contexto, é de suma importância que os pesquisadores mantenham clareza em relação ao problema de pesquisa e sigam rigorosamente as etapas de um método científico adequado ao seu campo de estudo. Isso garante a validade e confiabilidade dos resultados obtidos. Começando pelo problema em questão, os pesquisadores devem empreender uma busca meticulosa por conhecimentos e ferramentas relevantes. Além disso, é fundamental que confrontem os resultados obtidos com teorias e dados empíricos pertinentes. Por último, mas não menos importante, os pesquisadores devem estar prontos para corrigir hipóteses, teorias, procedimentos ou dados caso surja uma solução incorreta, se for o caso, e iniciar um novo ciclo de investigação.

Embora haja uma crença de que o método científico engloba apenas disciplinas exatas, Bunge (1980, p.32) salienta que “o método científico não se rompeu ao ser esticado para que abrangesse os problemas sociais. Tampouco se rompe se for aplicado a outras disciplinas, em particular às humanísticas”. Portanto, é viável empregar a metodologia científica na resolução de questões sociais nas disciplinas humanísticas, como história e

ciências sociais, por meio de adaptações que considerem as particularidades de cada área de estudo.

Compreender a natureza da ciência e o método científico é essencial para perceber o papel da ciência em nossa sociedade. Lederman, Lederman e Antink (2013) ressaltam a relevância dessas discussões na educação, pois a alfabetização científica que aborda a natureza da ciência capacita os estudantes a tomar decisões baseadas no conhecimento científico.

2.2 PSEUDOCIÊNCIA: CARACTERIZAÇÃO E DEMARCAÇÃO

A palavra "pseudociência" é um termo composto que combina o prefixo grego "pseudo", que significa "falso", com o substantivo "ciência", que deriva do latim e significa conhecimento. Dessa forma, a própria etimologia da palavra serve como um ponto de partida trivial para o estudo das características que determinam um assunto como pseudocientífico (Hansson, 2021). No entanto, como será argumentado a seguir, a pseudociência é mais do que simplesmente um falso conhecimento.

Bunge (2002, p.135) define a pseudociência como uma “doutrina ou prática despida de fundamento científico, mas vendida como científica”. Ou seja, qualquer prática que se apresente como científica, porém não seja comprovável e compatível com o conhecimento científico, pode ser considerada uma pseudociência. Segundo Grove (1985), a diferença entre ciência e pseudociência reside na maneira pelo qual cada uma busca explicar os fenômenos naturais. Enquanto a ciência é uma investigação sistemática e empírica, a pseudociência se escora em explicações com pouca ou nenhuma fonte confiável.

Nos capítulos anteriores, discutimos sobre o conceito de ciência, sua natureza e o método científico. Portanto, podemos concluir que a ciência busca explicar fenômenos naturais, que de alguma forma são observáveis, mensuráveis e testáveis. Para isto, é importante que uma hipótese seja passível de testes empíricos, como por exemplo, a observação e a experimentação. Nesse sentido, existem diversos tópicos que a ciência não pode ou ainda não conseguiu explicar. De acordo com Grove (1985), as pseudociências se aproveitam dessas lacunas para oferecer respostas a essas questões de maneira imediata.

Grove (1985) acrescenta uma perspectiva mais abrangente, sugerindo que a pseudociência não se limita apenas a uma doutrina que se proclama científica, quando na realidade não o é. Ela também inclui qualquer doutrina que contradiz a ciência, mesmo

quando já existe um conhecimento científico sólido sobre o tema, independentemente de ser ou não apresentado como ciência.

Desse ponto de vista, o problema não reside no fato de ser chamado ou não de ciência, mas sim no fato de afirmar ter a função de ciência. Um exemplo disso foi citado por Lugg (1987), que sugere que toda previsão feita por um clarividente é pseudocientífica. Outro exemplo possível são as práticas medicinais alternativas, mesmo quando a medicina já possui um diagnóstico e tratamento eficaz para a doença.

Hansson (2017) destaca a existência de diversos tipos de pseudociências; algumas delas procuram se apresentar como teorias independentes, enquanto outras têm como objetivo desacreditar teorias científicas já estabelecidas. No primeiro tipo, exemplos mencionados pelo autor incluem a homeopatia e a astrologia. Já no segundo tipo, ele exemplifica com a negação das vacinas e dos efeitos do tabaco. No entanto, o autor ressalta que algumas pseudociências combinam essas abordagens, como é o caso do *Design* Inteligente, que rejeita a teoria da evolução e, ao mesmo tempo, se baseia na passagem do Gênesis na Bíblia (Hansson, 2017). Portanto, é necessário estabelecer critérios que nos auxiliem na delimitação e determinação do que é considerado científico ou pseudocientífico.

Ao longo dos anos, diversos teóricos levantaram propostas no intuito de definir um critério de demarcação entre o que se pode considerar ciência e o que se pode considerar pseudociência. De acordo com Mahner (2007), há duas principais razões para essa busca: a razão teórica e a prática. Do ponto de vista teórico, tal estudo apresenta uma perspectiva mais clara sobre a filosofia da ciência; já do ponto de vista prático, serve para orientar as decisões do dia a dia. Como a ciência é a nossa melhor forma de conhecer a natureza (Sagan, 1996), e como diversas práticas se assumem ou levantam indícios de serem científicas, ainda que não sejam, é importante e útil ter critérios para confrontar o que se apresenta como explicação para os problemas, visando se aproximar das evidências, e por consequência, da busca pela verdade.

No entanto, essa fronteira não é sempre clara, e com o decorrer do tempo, outros termos surgiram nesse entremeio. Conforme Mahner (2007), nem tudo que não é ciência, é pseudociência, e a ciência tem fronteiras não triviais com outros fenômenos não científicos. Por exemplo, a protociência (estágio inicial de investigação científica com hipóteses iniciais, mas sem evidências e teorias estabelecidas), a paraciência (abordagem que se assemelha à ciência, mas não segue rigorosamente o método científico), a anti-ciência (rejeição dos princípios e métodos da ciência), o negacionismo (negação dos princípios e métodos da ciência), as teorias da conspiração (explicações não comprovadas e infundadas que atribuem

eventos a ações secretas de grupos poderosos), entre outros fenômenos, dificultam o trabalho de minimizar o limite entre ciência e pseudociência.

Além disso, Hansson (2021) destaca a questão temporal: nem tudo o que antes era considerado como ciência permanece atualmente, e vice-versa. O autor também aborda a questão da fronteira linguística. Em inglês, existem dois termos úteis: “unscientific” e “non-scientific”. O primeiro soa negativo, implicando que algo está em conflito com a ciência, enquanto o segundo é mais neutro e pode ser usado para descrever a paraciência, ou seja, os campos que não são científicos, mas têm importância de alguma forma. No entanto, na tradução para a Língua Portuguesa, ambos os termos são frequentemente traduzidos simplesmente como “não científico”.

Apesar das limitações, diversos teóricos da Filosofia da Ciência se dedicaram ao estudo da fronteira que separa a ciência da pseudociência. Alguns deles elaboraram propostas ou reiteraram critérios que facilitam essa distinção. Um dos principais critérios de demarcação é o princípio da falseabilidade, proposto por Popper (1972). Segundo esse princípio, uma teoria é considerada científica se puder ser submetida a testes e experimentos que permitam identificar se ela possui ou não possui uma natureza falsa. Em outras palavras, para uma teoria ser científica, ela deve, no mínimo, ser testável e falsificável.

De acordo com Kuhn (1978), a ciência não progride de maneira linear, mas sim através de mudanças revolucionárias no paradigma vigente. Durante períodos de revolução, teorias antigas são abandonadas, e novas teorias são aceitas como base para pesquisas futuras. Lakatos (1989), por sua vez, propôs o critério dos programas de pesquisa e argumentou que as teorias científicas devem ser capazes de fornecer previsões testáveis e de serem modificadas para acomodar novas evidências. Caso isso não seja possível, a teoria pode ser considerada uma pseudociência.

Diversos outros teóricos ingressaram nessa discussão, de modo que “há muito mais acordo sobre casos particulares de demarcação do que sobre os critérios gerais em que tais julgamentos devem ser baseados” (Hansson, 2021, s.p.). Nesse sentido, é justo dizer que cada critério de demarcação possui sua validade epistemológica, e pode ser aplicado em um determinado nível de descrição, e, no entanto, torna-se complexo afirmar se esse nível é o nível mais fundamental possível, a partir do qual seria possível subjugar ou reduzir todos os outros.

Como expresso no capítulo 2.1, para Bunge (1980), a ciência é um campo cognitivo expresso por 12 condições compatíveis entre si. Qualquer disciplina que não siga todas essas condições é dita não científica e, caso se assuma como tal, é descrita como pseudocientífica.

No âmbito da pseudociência, Bunge (1980, p. 39-40) destaca que ela pode ser descrita como um campo $PS = (C, S, D, G, F, B, P, K, O, M)$, de modo que:

- 1) Os componentes da pseudociência (PS) mudam pouco ao longo do tempo, e quando ocorrem mudanças, estas são limitadas e decorrem de controvérsias ou pressões externas, não de pesquisas científicas;
- 2) A pseudociência é composta por uma comunidade de crentes (C) autodenominados cientistas, mas que não realizam pesquisas científicas adequadas nem seguem os padrões científicos.
- 3) A sociedade (S) que abriga a pseudociência a apoia por motivos práticos ou a tolera, relegando-a à margem de sua cultura oficial.
- 4) O domínio (D) está repleto de entidades não comprovadamente reais, como influências astrais e pensamentos desencarnados.
- 5) A visão de mundo (G) adota uma perspectiva geral que pode envolver (a) ontologias com entidades imateriais, (b) epistemologias que aceitam argumentos de autoridade ou modos paranormais de cognição, (c) sistemas de valores que não valorizam a clareza e a consistência, e (d) um *ethos* (hábito, caráter, disposição) que promove a defesa dogmática e o engano, se necessário.
- 6) A pseudociência possui uma base formal (F) modesta, com pouca aderência à lógica e a modelagem matemática sendo uma exceção. Os modelos matemáticos propostos são em sua maioria não testáveis experimentalmente.
- 7) A pseudociência tem uma base específica (B) limitada, com pouco aprendizado de outros campos cognitivos e contribuição mínima para o desenvolvimento desses campos.
- 8) A problemática (P) da pseudociência está mais relacionada a problemas práticos da vida humana e à influência sobre outras pessoas, em vez de questões cognitivas.
- 9) O fundo de conhecimento (K) da pseudociência está estagnado, contendo hipóteses não testáveis ou falsas em conflito com hipóteses científicas bem confirmadas. Não possui hipóteses universais e bem confirmadas.
- 10) Os objetivos (O) dos adeptos da pseudociência são frequentemente mais práticos do que cognitivos, focando em questões como sentir-se melhor e influenciar outras pessoas, ao invés dos objetivos típicos da pesquisa científica.

11) A metodologia (M) da pseudociência envolve procedimentos não verificáveis por métodos alternativos, como os científicos, e não é justificável por teorias bem confirmadas. A crítica não é bem recebida pelos pseudocientistas.

12) A pseudociência não possui um campo de conhecimento que a controle ou enriqueça, e está isolada dos sistemas das ciências genuínas, com pouca sobreposição entre elas.

De acordo com as características mencionadas, uma disciplina que apresenta entidades irreais, não conduz pesquisas científicas, não segue padrões científicos, e possui uma problemática mais prática do que cognitiva, contém hipóteses não testáveis ou falsas, entre outras características, pode ser considerada uma pseudociência.

Shermer (2002, p.12) na obra *The Skeptic Encyclopedia of Pseudoscience* (A Enciclopédia Cética da Pseudociência) compila uma série de pseudociências visando fornecer “uma análise completa, objetiva e equilibrada das mais proeminentes e controversas pseudociências feitas em nome da ciência, misturando fatos e teoria”. Com base neste livro, é possível perceber que diversas dessas práticas estão presentes em nosso cotidiano, e são áreas constantemente frequentadas por charlatães. Na Tabela 3 abaixo apresentaremos alguns exemplos dessas pseudociências, relacionadas às principais características de uma pseudociência, conforme Bunge (2001).

Tabela 3 – Características, descrição e exemplos de pseudociências

(continua)

Características	Descrição	Exemplos
Invoca entidades imateriais e sobrenaturais	Muitas pseudociências invocam entidades imateriais ou seres sobrenaturais que são inacessíveis ao exame empírico.	Abdução alienígena, Espiritismo Científico, Força Vital, Magia, Previsões, Reencarnação
Credulidade	Não permitem que se submeta suas especulações a nenhum teste.	Criacionismo, curas milagrosas
Dogmático	Não muda seus princípios quando falham, ou em decorrência de novas descobertas, pelo contrário, buscam justificativas, por vezes, culpando o paciente.	Homeopatia, óleos essenciais, detectores de mentira
Rejeita Críticas	Rejeita críticas e opiniões contrárias, atribuindo o problema a uma falta de abertura mental. Muitas vezes vem acompanhada do argumento <i>ad hominem</i> , ou seja, uma falácia lógica que consiste em atacar o sujeito, e não em refutar a crítica em si.	Astrologia, Medicina Alternativa, Parapsicologia
Não usa leis gerais	Enquanto a ciência busca leis gerais, muitas pseudociências se contentam com ideias vagas e não verificadas.	Quiropraxia, Quiromancia, Leitura Fria
Incompatibilidade	Seus princípios são incompatíveis com alguns dos princípios mais seguros da ciência.	Alquimia, Astrologia, Homeopatia, Grafologia, Terapias Quânticas
Isolado	Não interage com nenhuma ciência em si.	Parapsicologia

(conclusão)

Características	Descrição	Exemplos
É fácil	É possível encontrar cursos de formação para algumas pseudociências, com períodos de 1 a 2 semanas.	Terapias Holísticas e com Florais, Reiki
Pragmatismo	Ele só está interessado no que pode ser de uso prático, não busca a verdade desinteressada.	Diversas terapias e teorias da conspiração
Comunicação	Permanece à margem da comunidade científica, há pouco ou nenhuma publicação com qualidade metodológica.	Parapsicologia, Terraplanismo

Fonte: Adaptado de Bunge (2001) e Shermer (2002).

Afinal, por que combater as pseudociências? Sagan (2006, p. 37) diz que “nos Estados Unidos, os médiuns vendem seus produtos em longos comerciais de televisão, apoiados pessoalmente por artistas de TV; 1 milhão de pessoas, por ano, contratam e usam essa orientação em suas vidas diárias”. Para além da questão monetária, afinal, cada indivíduo é responsável pela forma com que pretende gastar seu tempo e dinheiro, Pilati (2018) reflete sobre o fato de que isso pode se tornar um problema maior quando envolve assuntos de interesse público, ou questões ligadas à saúde física e psicológica, por meio de tratamentos ineficazes, perigosos ou fraudulentos.

Bunge (1984) alerta que não devemos tratar as pseudociências como um lixo qualquer. Primeiramente, porque não é um lixo do tipo reciclável (passível de ser transformado em algo útil). Em segundo lugar, pelos estragos intelectuais que podem ocasionar no público leigo. Dessa forma, segundo o autor, é possível utilizar as pseudociências como testes para aferir o valor da filosofia da ciência de cada indivíduo. Isso evidencia que, independentemente da formação científica, as pessoas podem ser receptivas a crenças pseudocientíficas, conforme revelado nos trabalhos encontrados na pesquisa de revisão sistemática apresentada no primeiro capítulo.

Portanto, é fundamental estar atualizado e consciente dos riscos que as pseudociências podem representar, independentemente da formação científica e acadêmica. Para auxiliar nesse processo, Bunge (1984) elabora uma lista de atitudes que permitem distinguir cientistas de proponentes de pseudociências, a qual será apresentada no quadro a seguir:

Quadro 1 - Atitudes e atividades do cientista e do pseudocientista

Atitudes e Atividades	Cientista			Pseudocientista		
	Sim	Não	Opcional	Sim	Não	Opcional
Admite a própria ignorância, daí a necessidade de mais investigações	X				X	
Encontra o próprio campo difícil e cheio de buracos	X				X	
Avanços ao criar e resolver problemas	X				X	
Acolhe favoravelmente novas hipóteses e métodos	X				X	
Propõe e experimenta novas hipóteses	X					X
Tentativas de encontrar ou aplicar leis	X				X	
Preza pela unidade da ciência	X				X	
Depende da lógica	X					X
Utiliza a matemática	X					X
Recolhe ou utiliza dados, particularmente quantitativos	X					X
Procurar contraexemplos	X				X	
Inventa ou aplica objetivos procedimentos de controle	X				X	
Utiliza a falácia de autoridade		X		X		
Suprime ou distorce dados desfavoráveis		X		X		
Atualiza a própria informação	X				X	
Procura comentários críticos dos outros	X				X	
Escreve trabalhos que podem ser compreendidos por qualquer pessoa		X		X		
É possível que consiga uma celebridade instantânea		X		X		

Fonte: Bunge (1984).

O Quadro 1, apresentado acima, fornece uma visão clara e concisa das diferenças fundamentais entre a abordagem científica e a pseudocientífica. Com base nas descrições de Bunge (1984), podemos observar uma série de características que distinguem cientistas de pseudocientistas. Os cientistas costumam adotar uma postura de humildade intelectual, reconhecendo sua própria ignorância e enfatizando a necessidade contínua de pesquisa e investigação. Eles valorizam a experimentação, propõem e testam novas hipóteses, além de avançarem na resolução de problemas. Além disso, os cientistas priorizam a busca pela verdade objetiva, acolhendo novas hipóteses e métodos, coletando dados empíricos e aplicando a lógica e a matemática em suas análises.

Em contrapartida, os pseudocientistas tendem a ignorar sua própria ignorância, não reconhecendo a necessidade de investigação aprofundada. Além disso, os pseudocientistas frequentemente não realizam avanços significativos em suas áreas de estudo e podem até suprimir ou distorcer dados desfavoráveis às suas crenças. Eles podem negligenciar a importância da lógica e da matemática em seus trabalhos, bem como não buscar comentários críticos de outros cientistas.

O Quadro 1 destaca ainda a importância de aderir aos princípios e métodos científicos rigorosos para garantir a confiabilidade e a validade dos resultados obtidos. Ao utilizar esse quadro comparativo, podemos identificar claramente as características que distinguem a abordagem científica da pseudocientífica, enfatizando a importância de seguir os preceitos da ciência para o avanço do conhecimento e da compreensão do mundo ao nosso redor.

Outra ferramenta de relevância no contexto da detecção de pseudociências é o "The Baloney Detection Kit" (Kit de Detecção de Bobagens (KDB)), desenvolvido por Michael Shermer, fundador da "The Skeptics Society" (A Sociedade dos Céticos). Essa metodologia é fundamentada nas ideias de Carl Sagan e foi apresentada em um vídeo divulgado pela "Richard Dawkins Foundation for Reason & Science" (Fundação Richard Dawkins para a Razão e Ciência). Nesse vídeo³, Shermer aborda uma questão frequentemente levantada pelas pessoas que frequentam suas palestras, indagando por que deveriam confiar nos céticos. Em resposta, ele enfatiza que não é necessário acreditar cegamente em ninguém, nem mesmo nos céticos. Em vez disso, Shermer destaca a importância de cada indivíduo realizar sua própria investigação, não se baseando em autoridades ou em qualquer posição que possam ocupar. O desafio é promover a verificação pessoal como um elemento essencial na busca pelo conhecimento. O KDB é composto por 10 questões:

- 1) Quão confiável é a fonte da afirmação?
- 2) A fonte faz outras afirmações semelhantes?
- 3) As afirmações foram verificadas por outra pessoa?
- 4) Isso está de acordo com a maneira como o mundo funciona?
- 5) Alguém tentou refutar a afirmação?
- 6) Para onde a maior parte das evidências aponta?
- 7) O proponente da afirmação está seguindo as regras da ciência?
- 8) O proponente está fornecendo evidências positivas?
- 9) A nova teoria explica tantos fenômenos quanto a teoria antiga?
- 10) As crenças pessoais estão influenciando a afirmação?

Em resumo, o KDB é uma ferramenta crítica que nos ajuda a avaliar a credibilidade de afirmações. Cada uma das 10 questões fornece uma abordagem sistemática para analisar e questionar as informações apresentadas. Ao considerar a confiabilidade da fonte, verificar se

³ O vídeo está disponível no link: <https://youtu.be/aNSHZG9blQQ>.

há consistência em suas afirmações e se outras pessoas já verificaram essas afirmações, podemos obter uma visão mais clara da sua veracidade. Além disso, é importante avaliar se a afirmação está de acordo com a maneira como o mundo funciona e se houve tentativas de refutá-la. Também devemos analisar para onde a maioria das evidências aponta e se o proponente da afirmação segue as regras da ciência. É relevante considerar se o proponente fornece evidências positivas e se a nova teoria explicaria tantos fenômenos quanto a teoria antiga. Por fim, devemos questionar se as crenças pessoais do proponente podem influenciar a afirmação. Ao utilizar o KDB, podemos tomar decisões mais informadas e evitar cair em informações enganosas ou pouco confiáveis.

2.3 CIÊNCIA E PSEUDOCIÊNCIA NO CENÁRIO BRASILEIRO: PERSPECTIVAS E DESAFIOS

Durante o dia, tomamos uma série de decisões que podem ter impactos diversos em nossas vidas. Algumas delas ocorrem de forma quase automática, sem grande reflexão, como dirigir até o trabalho, responder a mensagens de texto ou assistir TV, por exemplo. No entanto, quando se trata de decisões importantes, como a aquisição de uma casa, um carro ou a realização de uma longa viagem, dedicamos tempo à avaliação de diversos critérios. Para o comprador, adquirir um carro pode envolver a escolha de um modelo ou tamanho específico, considerar aspectos de economia e, sobretudo, garantir que o investimento esteja alinhado com o orçamento estabelecido. Mesmo assim, há aqueles que optam por buscar avaliações especializadas antes de concluir a compra.

Diante dessa situação, é possível notar que quando uma decisão possui um impacto relevante em nosso orçamento, é natural que adotemos uma postura mais cautelosa. Schappo (2021) nos convida a adotar uma postura mais cética, ou seja, a aplicar critérios úteis na seleção e busca de evidências em outras atividades cotidianas. Aqui, estamos discutindo escolhas que têm um impacto financeiro, mas podemos expandir essa ideia para situações que também afetam nosso tempo, saúde mental, saúde física e muito mais. Nesse contexto, a ciência se destaca como um método que pode nos ajudar a tomar decisões mais informadas, uma vez que se baseia em evidências sólidas. Essa abordagem científica nos proporciona um conjunto de conhecimentos confiáveis e testados, contribuindo para uma tomada de decisão mais inteligente (Chalmers, 1993).

Sagan (2006, p.100) argumenta que “o que a ciência apenas exige é que apliquemos o mesmo nível de ceticismo que empregamos ao comprar um carro usado ou avaliar a

qualidade de analgésicos ou cervejas com base em seus comerciais de televisão.” No entanto, o autor também alerta que “manter a mente aberta é uma virtude, mas, como o engenheiro espacial James Oberg disse certa vez, ela não pode ficar tão aberta a ponto de o cérebro cair para fora” (Sagan, 2006, p.218). É fundamental encontrar um equilíbrio entre ceticismo saudável e abertura para novas ideias.

A ciência nos oferece uma abordagem sistemática e fundamentada em evidências para compreender o mundo ao nosso redor. Ao aplicarmos os princípios científicos em nossas decisões, estamos mais propensos a obter resultados confiáveis e embasados. No entanto, é importante lembrar que o ceticismo não deve nos impedir de considerar novas informações ou perspectivas. Devemos estar dispostos a avaliar criticamente as evidências, mas também estar abertos a ajustar nossas opiniões com base em dados sólidos. Como já dito na seção 2.1, todos os céticos enfrentam uma contradição se afirmarem uma certeza absoluta (Aranha; Martins, 1993).

Além das decisões baseadas no senso comum e no conhecimento científico, ao longo do tempo, o ser humano também tem tomado decisões embasadas em conhecimentos mitológicos ou religiosos, conforme destacado por Schappo (2021). O autor menciona Dawkins (2012) a fim de retomar alguns exemplos, como o mito japonês de que a terra repousa nas costas de um bagre gigante chamado Namazu, e toda vez que ele se mexia, a terra tremia. Ou ainda o mito nórdico de que o arco-íris é uma ponte utilizada pelos deuses em suas viagens do céu para a terra.

Atualmente, a ciência dispõe um corpo teórico e metodológico capaz de refutar os mitos mencionados. Sabemos, por exemplo, que os terremotos são causados pelo movimento das placas tectônicas. Além disso, compreendemos que o arco-íris é formado pela refração da luz solar nas gotículas de água presentes na atmosfera. A ciência nos oferece explicações fundamentadas e embasadas em evidências para esses fenômenos naturais. Isso significa que qualquer pessoa que dedica algum tempo ao estudo desses conteúdos pode verificar, inclusive na prática, a veracidade dessas informações.

Apesar do progresso científico, ainda existem diversas alegações e práticas que permanecem nas mentes das pessoas, independentemente de terem ou não comprovação científica. Alguns casos, como as pseudociências, são ainda piores, pois utilizam uma linguagem supostamente científica para validar afirmações ou práticas que não possuem respaldo científico. Com o avanço das tecnologias de informação e comunicação, esse tipo de conteúdo se espalhou amplamente para a população em geral, inclusive no Brasil, um país que enfrenta constantes desafios no que diz respeito à alfabetização científica.

Em 2019, o Instituto Datafolha conduziu uma pesquisa encomendada pelo Instituto Questão de Ciência, na qual 2.091 brasileiros maiores de 16 anos, em 130 municípios do país, foram questionados sobre o seu nível de concordância a respeito de algumas alegações relacionadas às pseudociências. Os resultados revelaram que a maioria dos cidadãos brasileiros confia nos benefícios das vacinas e reconhece que a Terra orbita em torno do Sol. No entanto, constatou-se que 83% da população acredita que a medicina alternativa apresenta uma boa opção para tratar doenças, enquanto 66% acreditam no potencial curativo da "energia espiritual". Quase metade da população demonstra uma tendência a rejeitar os princípios da Teoria da Evolução. Além disso, há uma concordância parcial em relação às visitas de alienígenas e à crença de que o governo esconde essas informações.

Uma outra pesquisa realizada sobre a percepção pública da ciência, intitulada "Monitor Global Wellcome 2018", entrevistou mais de 140 mil pessoas de vários países, entre abril e dezembro de 2018. Entre os resultados obtidos, constatou-se que 57% da população mundial considerava não ter conhecimento adequado sobre ciência ou classificava seu conhecimento como limitado ou nulo. Os dados revelaram ainda que cerca de um em cada quatro participantes brasileiros afirmaram que a ciência não lhes traz benefícios nem beneficia a sociedade. Nesse contexto, o Brasil ocupou a 111ª posição entre as 144 nações envolvidas na pesquisa.

Diante dessa situação, fica claro que estamos enfrentando um contexto em nosso país que favorece a desconfiança em relação à ciência e a propagação de notícias falsas. É possível inferir que essa lacuna tenha se ampliado durante a pandemia de COVID-19, devido à disseminação de informações enganosas e teorias da conspiração por meio de redes sociais e grupos de mensagens. Essas fontes não verificadas contribuíram para semear dúvidas sobre a eficácia das vacinas, os benefícios do uso de máscaras e a validade de tratamentos médicos comprovados (MONTEIRO, 2021).

Um dos fatores que pode contribuir para a desinformação e descrédito da ciência é a falta de divulgação científica acessível e compreensível para o público em geral. Em uma palestra ocorrida na Universidade de São Paulo (USP) em 2017, Natália Pasternak, uma das fundadoras do Instituto Questão de Ciência, falou sobre a ciência brasileira e a Síndrome de Cassandra. Pasternak faz uma retomada histórica de casos envolvendo pseudociências, e aponta que muitos cientistas simplesmente ignoraram, já que eles mesmos não iriam fazer uso dos produtos. Isso se desenrolou até chegar, por exemplo, ao caso da fosfoetanolamina.

Segundo Pilatti (2018), o caso da fosfoetanolamina envolve uma substância ativa estudada por um professor de Química brasileiro na década de 1990, com foco inicial no

mecanismo de ação contra as células cancerosas. O professor alegou resultados positivos nos testes em animais e posteriormente em humanos, embora nunca tenha tido acesso aos dados desses testes. A substância começou a ser distribuída sem o status de medicamento, baseada em relatos anedóticos de sucesso.

Em 2014 a produção da substância foi proibida, devido à necessidade de registro antes de liberá-la para a população. Essa situação desencadeou protestos pela população e ganhou destaque na mídia nacional. Em outubro de 2015, houve a liberação do uso da droga em um paciente em fase terminal, pelo Supremo Tribunal Federal (STF), e desde então, ainda há pessoas que entram na justiça a fim de garantir o acesso à fosfoetanolamina (Senado Federal, 2015). Segundo Pilatti (2021), é importante esclarecer que os relatos positivos não podem ser considerados evidências científicas devido ao efeito placebo e à falta de consideração de casos sem sucesso.

Este exemplo específico ilustra como recursos públicos foram mal utilizados, resultando em um desperdício de tempo e dinheiro, além da crueldade de fomentar falsas esperanças em pacientes com câncer. Acreditamos que o cerne da questão não está nas crenças pessoais relacionadas a substâncias ou práticas esotéricas, por mais duvidosas que sejam, mas sim na problemática do financiamento de pseudociências com recursos públicos, na promoção de práticas que forjam resultados científicos e na contradição com o conhecimento científico já estabelecido e consolidado. Ainda no campo da saúde, podemos citar como exemplo as Práticas Integrativas e Complementares (PICS).

A Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no Sistema Único de Saúde (SUS) foi aprovada em 03 de maio de 2006, através da portaria nº 971. Segundo a portaria:

[...] tais sistemas e recursos envolvem abordagens que buscam estimular os mecanismos naturais de prevenção de agravos e recuperação da saúde por meio de tecnologias eficazes e seguras, com ênfase na escuta acolhedora, no desenvolvimento do vínculo terapêutico e na integração do ser humano com o meio ambiente e a sociedade (Ministério da Saúde, 2006).

Atualmente, o Sistema Único de Saúde (SUS) oferece à população 29 procedimentos gratuitos, que incluem práticas como Aromaterapia, Arteterapia, Ayurveda, Biodança, Bioenergética, Constelação familiar, Dança circular, Hipnoterapia, Homeopatia, Imposição de mãos, Medicina Tradicional Chinesa (acupuntura), Meditação, Ozonioterapia, Fitoterapia (uso de plantas medicinais), Quiropraxia, Reiki e Yoga, conforme divulgado pelo Ministério da Saúde em 2022. É importante ressaltar, no entanto, que a inclusão de uma prática no rol de

procedimentos do SUS não implica automaticamente que ela seja fundamentada em evidências científicas.

De acordo com Syed (2020), é possível que algumas práticas como atividades físicas, meditação e o uso de plantas medicinais apresentem efeitos mensuráveis e comprováveis como benéficos para a saúde humana. Essas práticas têm, de fato, respaldo em pesquisas científicas que demonstram benefícios significativos, tais como a redução do estresse, ansiedade, melhoria do sono, concentração e até mesmo alívio de sintomas de certas doenças crônicas. Entretanto, é importante destacar que a aplicação dessas práticas por profissionais não qualificados pode acarretar riscos.

Por outro lado, algumas práticas integrativas e complementares de saúde (PICS) são consideradas pseudociências, pois carecem de fundamentação científica sólida. Práticas baseadas em forças energéticas ou conceitos anatômicos, como os meridianos da acupuntura, e outras, como constelação familiar, Reiki e imposição de mãos, que se fundamentam em princípios supostamente energéticos, vão contra os princípios aceitos pela ciência. Além disso, algumas dessas práticas prometem curas milagrosas ou efeitos benéficos através de manipulação energética, mas não possuem evidências empíricas que comprovem sua eficácia.

De acordo com as análises de Pasternak (2017) e Syed (2020), existe uma razão substancial para questionarmos as medicinas complementares: o desperdício de recursos em práticas desprovidas de respaldo científico. É lamentável utilizar dinheiro em abordagens que carecem de comprovação, especialmente quando existem outras práticas que demandam investimentos adicionais. Além disso, a ausência de transparência e objetividade na abordagem das Práticas Integrativas e Complementares (PICs) também é um fator preocupante.

Nesse sentido, Pasternak (2018) conclui que:

Se pacientes informados ainda caem nas mãos de charlatões, o que dizer dos mais pobres, carentes de educação formal e da atenção do Estado? O público majoritário do SUS é formado pelos que estão na larguíssima base da pirâmide social e, em parte considerável, não tiveram acesso sequer aos bancos de escola, muito menos aos conhecimentos básicos de iniciação científica para escolher entre ciência e magia. Oferecer as PICs no SUS serve apenas para enganar de modo populista as camadas sociais mais pobres. São procedimentos antiéticos e perigosos e ainda podem adiar diagnósticos e tratamentos necessários. O silêncio e a omissão da comunidade científica poderá ceifar vidas.

A autora destaca a preocupação de que, mesmo com informações disponíveis, pacientes informados ainda podem cair nas mãos de charlatões. Isso levanta a questão sobre os indivíduos mais pobres, que compõem a maior parte do público do Sistema Único de Saúde (SUS). Muitos deles não tiveram acesso à educação formal e conhecimentos básicos de

iniciação científica para fazer escolhas fundamentadas entre a ciência e práticas de cunho mágico. Oferecer Práticas Integrativas e Complementares (PICs) no SUS pode, portanto, ser visto como uma estratégia populista que engana os setores mais vulneráveis da sociedade.

Pasternak (2017) destaca que é preocupante o silêncio e a omissão da comunidade científica diante dessa situação. Em analogia ao caso da fosfoetanolamina, e como crítica ao fato de que há cientistas que se calam diante do uso de dinheiro público para financiar às PICs sem evidências científicas, a constelação familiar no SUS e outras pseudociências, a autora enfatiza:

O nosso silêncio, senhores, custa caro para a sociedade. O nosso silêncio pode custar vidas. O cientista que vendia sonhos era muito mais interessante do que qualquer tentativa que nós possamos fazer de vender a realidade. A sociedade adotou o cientista que soube falar com ela e que vendia a esperança de uma cura simples, para uma doença simples (PASTERNAK, 2017).

Alguns dos efeitos negativos associados à utilização de práticas pseudocientíficas podem ser verificados no site "What's the Harm?⁴", em português, "Qual é o Problema?". É importante ressaltar que os relatos do site devem ser considerados apenas como um ponto de partida para levantar hipóteses, e não como evidência científica conclusiva. Além disso, destacamos os artigos do *Skeptical Inquirer* e da Revista Questão de Ciência. Essas publicações são reconhecidas por examinar de forma crítica as afirmações pseudocientíficas e oferecer uma análise embasada em evidências científicas confiáveis. Ao explorar essas fontes, o leitor poderá obter informações mais aprofundadas sobre o tema das pseudociências e seus potenciais impactos negativos.

Acreditamos que a percepção pública da importância da ciência está intrinsecamente ligada ao acesso da população aos avanços científicos e à qualidade do ensino de ciências na Educação Básica. Nesse sentido, é crucial que os governantes desenvolvam e implementem medidas que abordem essas questões, garantindo o acesso de todos a informações científicas confiáveis e promovendo uma educação científica de qualidade para a população em geral. No próximo capítulo desta dissertação, exploraremos mais a fundo o tema da formação de professores de ciências, uma vez que esses profissionais desempenham um papel fundamental ao influenciar a compreensão científica das pessoas, muitas vezes sendo os primeiros a fazê-lo.

⁴ Disponível em: <http://whatstheharm.ne>.

CAPÍTULO 3 EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E ENSINO DE CIÊNCIAS

Neste capítulo, apresentaremos o referencial teórico da pesquisa, no que se refere às questões relacionadas à formação de professores para o ensino de ciências. Para isso, iniciaremos com uma breve introdução sobre a importância da alfabetização e da educação científica. Em seguida, discutiremos as contribuições do ensino de História e Filosofia da Ciência na formação de professores de Ciências da Natureza e a abordagem contextual nesse contexto.

3.1 A IMPORTÂNCIA DA ALFABETIZAÇÃO E EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

No primeiro capítulo do livro “O Mundo Assombrado pelos Demônios: a ciência vista como uma vela no escuro”, de Carl Sagan (1996), o autor nos apresenta um dos mais célebres personagens do livro, o motorista Sr. Buckley, responsável por levar o cientista até um programa de televisão. Durante a viagem de carro, o Sr. Buckley revela seu interesse por diversos assuntos relacionados ao ocultismo, extraterrestres e astrologia. Sagan tenta explicar que as evidências para essas crenças são escassas e que existem explicações mais simples para esses fenômenos. No entanto, para o Sr. Buckley, essas crenças fazem parte de sua vida, e ele não está familiarizado com a ciência moderna.

Conforme Sagan (1996, p.12) esclarece:

Ele tinha um apetite natural pelas maravilhas do Universo. Queria conhecer a ciência. O problema é que toda a ciência se perdera pelos filtros antes de chegar até ele. Os nossos temas culturais, o nosso sistema educacional, os nossos meios de comunicação haviam traído esse homem. O que a sociedade permitia que se escoasse pelos seus canais era principalmente simulacro e confusão. Nunca lhe ensinará como distinguir a ciência verdadeira da imitação barata. Ele não tinha ideia de como a ciência funcionava.

Sagan (1996) reflete sobre como a sociedade falhou em fornecer ao Sr. Buckley uma educação adequada em ciência. A cultura popular e os meios de comunicação divulgam diversas informações enganosas e simulacros, em vez de ciência legítima. A falta de ceticismo e a dificuldade em encontrar abordagens críticas contribuíram para o engano do Sr. Buckley. No entanto, da obra para a vida real, é possível notar que a falta de alfabetização científica é um problema recorrente na sociedade. Muitas pessoas têm acesso limitado à educação em ciências e, conseqüentemente, enfrentam dificuldades para distinguir informações científicas confiáveis de pseudociência ou desinformação.

Diante disso, de acordo com a Declaração do 9º Fórum Mundial da Ciência de 2019: Ética e Responsabilidade Científica, realizado em Budapeste em 23 de novembro de 2019:

Em nossas sociedades transformadas pelo surgimento de novos canais de comunicação e mídias sociais, o conhecimento científico é cada vez mais desafiado no discurso público por opiniões e crenças baseadas em desconfiança, engajamento insuficiente, baixa alfabetização científica e comunicação ineficiente da ciência ao público e aos formuladores de políticas. Em um momento de aceleração da mudança global, é particularmente importante que os jovens de todas as sociedades tenham acesso à educação científica.

Na última pesquisa sobre a Percepção Pública da Ciência e Tecnologia no Brasil, realizada em 2019, foram entrevistadas 2.200 pessoas com mais de 16 anos, provenientes de diferentes regiões do país. Os resultados revelaram que, embora a maioria dos entrevistados acreditem que a ciência e a tecnologia trazem mais oportunidades e tornam a vida mais confortável, mais de um terço deles afirmou que não considera importante conhecê-las em seu dia a dia. Parece haver uma lacuna que separa os especialistas e o restante da sociedade, o que dificulta o acesso ao conhecimento científico e gera estigmas e preconceitos, em relação ao cientista e seu trabalho. Nesse sentido, partimos do princípio de que uma educação científica de qualidade é fundamental para que todos possam acessar o conhecimento científico.

Conforme estabelecido na Lei de Diretrizes e Bases da Educação (Lei nº 9.394/1996, art. 2º), a educação básica, de acordo com os princípios e fins da educação nacional, tem como finalidade primordial o desenvolvimento de indivíduos capazes de exercer plenamente a cidadania e, ao mesmo tempo, de se qualificar para a inserção no mercado de trabalho. É relevante ressaltar que todos os cidadãos brasileiros têm o direito assegurado ao acesso gratuito à escola, seguindo uma trajetória que se inicia na educação infantil e prossegue ao longo do ensino fundamental e médio (Brasil, 1996).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento que estabelece os padrões mínimos de aprendizagem escolar, destaca em seu quadro de competências gerais da educação básica a importância da aplicação de métodos científicos, como a investigação, reflexão crítica, análise, imaginação e criatividade. Essas habilidades permitem aos estudantes investigar causas, formular e testar hipóteses, solucionar problemas e criar soluções, inclusive tecnológicas, utilizando os conhecimentos das diversas áreas (Brasil, 2018).

A BNCC também evidencia a necessidade de se utilizar diferentes linguagens no contexto da educação básica, como as “linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo” (Brasil, 2018, p.9). Esta postura reflete a visão de Chassot (2003, p. 91), onde “a ciência pode ser considerada como uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural”.

Para Chassot (2003), da mesma forma que uma pessoa entende um texto escrito em sua língua materna, se ela for alfabetizada cientificamente, será capaz de ler a linguagem em que está escrita a natureza, ou seja, compreender e interpretar os fenômenos naturais. No entanto, o autor também acrescenta que não basta apenas ler, mas que é preciso entender “as necessidades de transformá-lo, e preferencialmente, transformá-lo em algo melhor” (Chassot, 2003, p.94).

A definição de alfabetização científica acima não é consensual. Demo (2010) esclarece que, embora a educação científica não seja uma discussão recente, é possível perceber uma tendência dela como habilidade no século XXI. Nesse sentido, ainda que não haja um consenso sobre a sua definição, não há dúvidas de sua importância no currículo escolar. Para Demo (2010, p.20):

Quando o aluno aprende a lidar com método, a planejar e a executar pesquisa, a argumentar e a contra-argumentar, a fundamentar com a autoridade do argumento, não está só “fazendo Ciência”, está igualmente construindo a cidadania que sabe pensar. Esta visão teria ainda a vantagem de procurar alguma distância frente às expectativas do mercado que, invariavelmente, não leva em conta o desafio da formação cidadã. Para o mercado, educação científica se reduz a estratégia de competitividade globalizada. Esta perspectiva permanece importante, porque seria tolo ignorar o mercado. Mas não se pode esquecer que estamos falando de “educação científica”, ou seja, de um processo educativo.

A formação científica não é apenas um componente adicional na educação, mas uma parte inseparável e essencial do processo formativo. O objetivo é desenvolver nas pessoas a capacidade de pensar criticamente, analisar evidências, formular hipóteses e buscar soluções para os desafios do mundo real. Portanto, a pesquisa se torna uma prática fundamental para promover uma educação significativa e transformadora. Demo (2010) apresenta três razões principais para justificar a importância urgente da educação científica crítica: o atraso na esfera científica, a escassez de professores de ciências e matemática e o baixo desempenho dos alunos nessas áreas.

A formação de professores de ciências tem enfrentado desafios crescentes neste século, especialmente com a popularização da Internet e a facilidade de acesso à informação. Os professores de ciências precisam de capacitação para lidar com questões éticas, políticas e pedagógicas, no que se refere à tecnologia e à comunicação científica. Neste cenário, uma das maiores preocupações envolve as questões polêmicas em torno de temas científicos, sejam por meio de *fake news* ou pseudociências. Neste capítulo, discutiremos sobre este e outros desafios que necessitam ser superados para garantir um ensino eficaz de ciências.

De acordo com os dados do Comitê Gestor de Internet no Brasil (CGI.br), divulgados na pesquisa TIC Kids Online Brasil em 16 de outubro de 2022, aproximadamente 93% das crianças e adolescentes brasileiros, com idades entre 9 e 17 anos, fazem uso frequente da Internet. Embora ainda estejamos distantes de atingir plenamente a inclusão digital, essas estatísticas demonstram um progresso na disseminação de recursos tecnológicos e digitais. Isso ressalta a necessidade de um ensino que possa alfabetizar essas gerações tanto cientificamente quanto tecnologicamente, tanto dentro como fora da rede.

Um dos dilemas nesta conjuntura é a disseminação de informações cuja natureza é falsa, anticientífica ou pseudocientífica. Essa realidade se reflete na escola e na sala de aula, onde emerge a possibilidade de comparar essas informações com os fatos. Nesse sentido, espera-se que o professor esteja preparado para este contexto, e consiga proporcionar um ambiente saudável de diálogo, a fim de estreitar a crença em práticas não científicas. Portanto, a realidade que se mostra exige que o professor tenha domínio de certos tipos de conhecimentos, como estes definidos anteriormente.

3.2 A HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA (HFC) COMO ABORDAGEM PARA A PROMOÇÃO DO PENSAMENTO CRÍTICO

A História e Filosofia da Ciência, na literatura científica em Língua Portuguesa, vem sendo tradicionalmente denominada pela sigla “HFC”, no entanto, conforme Martins (2012), é preferível utilizar o termo “História e a Filosofia da Ciência”, ressaltando que são campos distintos do conhecimento, ademais, o termo ignora a presença do campo de estudos da Sociologia da Ciência. Nesse trabalho, manteremos, por tradição, a sigla “HFC”, reconhecendo-a como um conjunto de disciplinas interconectadas, porém distintas, que juntas contribuem para uma compreensão mais completa da ciência e do seu papel na sociedade.

Segundo Martins (2007) a HFC desempenha um papel fundamental no ensino de ciências, e as pesquisas nessa área mostram que a HFC pode influenciar tanto na teoria quanto nas práticas de ensino. Na teoria, ela configura e gera críticas aos modelos de ensino. Já na prática, ela pode ser usada tanto como conteúdos em si a serem ensinados, quanto como elementos de uma estratégia didática facilitadora na compreensão de conceitos, leis, modelos e teorias (Martins, 2012). Dessa forma, o autor defende sua inclusão em todos os níveis de ensino

Em relação ao ensino superior, destaca-se que:

Vários cursos de licenciatura das áreas científicas, nos últimos anos, têm contemplado essa questão, seja por intermédio de uma disciplina específica que trate do conteúdo histórico e filosófico, seja de um modo mais “disperso”, em que esses elementos encontram-se presentes nos róis de conteúdos de outras disciplinas, em seminários etc. Dessa forma, espera-se dar conta, minimamente, dessa necessidade formativa dos professores, com reflexo em suas práticas (Martins, 2007, p.115).

Embora haja a necessidade de uma disciplina específica que trate do conteúdo histórico e filosófico, é necessário pensar na HFC em diversas etapas do curso de formação em áreas científicas, que também pode ser por intermédio de seminários, palestras e outras atividades acadêmicas (Martins, 2012).

No entanto, ainda que haja um movimento nesse sentido, isso nem sempre ocorre na prática. Além disso, conforme destaca Martins (2007), a simples inclusão de elementos em HFC no currículo da formação inicial de professores de ciências não garante que esses elementos sejam integrados na atuação docente. Uma das principais dificuldades que surgem nesse cenário está relacionada à incorporação da HFC para fins didáticos em sala de aula.

Nesse sentido, percebemos duas importantes correntes de pesquisas relacionadas a HFC. A primeira, expressa em documentos curriculares nacionais e internacionais que ressaltam a importância da contextualização histórico-social do conhecimento científico (Brasil, 1998, 2018; Guarnieri et al., 2021; Matthews, 1995). Por outro lado, a análise de visões ingênuas e equivocadas de professores e estudantes sobre a Natureza da Ciência (Gil-Pérez, 2001).

No contexto dos documentos curriculares internacionais, Matthews (1995) destaca alguns marcos importantes, como o Projeto 2061, lançado em 1985 pela Associação Americana para o Avanço da Ciência (AAAS). Após quatro anos de discussões, a organização publicou o relatório intitulado "Ciência para Todos os Americanos", que ressalta a importância de cursos de ciências com uma abordagem mais contextualizada, tanto historicamente quanto filosoficamente. Além disso, o autor enfatiza o Currículo Nacional Britânico de Ciências, o qual apresenta uma seção exclusiva para a HFC. Nesse contexto, são consideradas como habilidades a distinção entre argumentos científicos e não científicos, a análise do contexto moral, cultural e histórico, bem como o estudo de exemplos de controvérsias científicas.

Já no contexto nacional, Guarnieri et al. (2021) destacam a trajetória da HFC nos principais documentos educacionais. Os autores destacam alguns marcos importantes, como a primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), publicada em 1961, que trazia uma concepção de ciência neutra, humanista e histórica. Entretanto, ao longo do tempo

e com os regimes ditatoriais, o ensino como um todo adota uma perspectiva mais tecnicista e profissionalizante. As discussões em HFC estiveram presentes de forma breve e por meio do modelo de competências e habilidades, nos Parâmetros Curriculares Nacionais, embora esse documento não esteja mais em voga no Brasil.

Atualmente, um dos principais documentos que regem a Educação Básica é a Base Nacional Comum Curricular. A BNCC, em sua seção sobre a área de ciências da natureza para o ensino fundamental, destaca a necessidade de um olhar voltado à evolução histórica dos conhecimentos, e a necessidade de construir argumentos com base em evidências científicas. Em seu quadro de competências específicas, a base reforça como primeiro componente “Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico” (BNCC, 2018, p.324). Já em relação ao ensino médio, a base destaca:

A contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais. Na BNCC, portanto, propõe-se também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. A contextualização dos conhecimentos da área supera a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Sendo assim, a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras. Na mesma direção, a contextualização histórica não se ocupa apenas da menção a nomes de cientistas e a datas da história da Ciência, mas de apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura (Brasil, 2018, p.549-560).

A BNCC propõe explorar a ciência como empreendimento social, abordando suas interações com a sociedade, ambiente e cultura, promovendo uma compreensão abrangente dos conhecimentos científicos. O documento também reforça que a integração desses elementos no ensino deve ir além da mera menção de nomes de cientistas e datas históricas, embora esses também sejam elementos importantes.

Já no caso das pesquisas que analisam as visões de professores e estudantes sobre a Natureza da Ciência, embora hajam muitas divergências na área da filosofia da ciência, conforme apontado por Gil-Pérez et al (2001), que podem inclusive levantar questionamentos sobre, se é possível definir claramente o que é a ciência, e como integrar a filosofia da ciência na educação científica (Martin et al, 1990), diversas pesquisas que analisaram a visão de professores de ciências identificaram cenários preocupantes. Isso inclui professores que

possuem um alto índice de crenças errôneas sobre a ciência, ou crenças pseudocientíficas. Nesse sentido, Martins (2012, p.09) destaca que “A existência de um verdadeiro fosso entre a enorme importância atribuída à HFC e a sua utilização, com qualidade, como conteúdo e estratégia didática nas salas de aula do nível médio”.

Dessa forma, com base na importância da História e Filosofia da Ciência (HFC) estabelecida pelos currículos e na tradição de pesquisas sobre a visão da Natureza da Ciência, na área de ensino, surge o que chamamos de “abordagem contextual da ciência” (Matthews, 1995), que será discutida no próximo capítulo.

3.3 ABORDAGEM CONTEXTUAL E CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA

No contexto deste capítulo, fica evidente a importância das abordagens que incorporam a História e a Filosofia da Ciência, uma vez que elas contribuem significativamente para a promoção de uma educação científica de qualidade, principalmente por meio da capacitação dos professores. Como resultado desse enfoque, surge a abordagem contextualista, que atribui grande valor aos aspectos éticos, sociais, históricos, filosóficos e tecnológicos (Matthew, 1995). Nessas abordagens, a premissa é de que o aprendizado das ciências deve ser complementado por uma compreensão das ciências, ou seja, da natureza da ciência (El-Hani, 2006).

Conforme ressaltado por Pecci (2021), a exploração das questões relacionadas à Natureza da Ciência (NdC) tem sido objeto de estudo desde a década de 1920. Inicialmente, no contexto do ensino de Ciências, o foco estava na compreensão do método científico e do desenvolvimento do conhecimento científico. A partir da década de 1960, houve um deslocamento para a valorização dos processos e da investigação científica. Posteriormente, nos anos 1990, a NdC passou a ser reconhecida como um elemento crucial para a formação científica.

Matthews (1995) conduz uma análise com base em diversos documentos internacionais que ressaltam a importância da compreensão da natureza da ciência como um componente fundamental da alfabetização científica. No contexto brasileiro, El-Hani (2006) salienta que, embora haja menções esporádicas sobre a natureza da ciência nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, o comprometimento efetivo com a abordagem contextual não pode ser afirmado. Isso se deve à ausência de um tratamento sistemático dos aspectos históricos e filosóficos, conforme observado em projetos internacionais.

Estudar a Natureza da Ciência, conhecida na literatura em inglês como “Nature of Science” (NOS), permite uma compreensão mais clara e profunda do funcionamento da ciência e de sua relação com a sociedade ao longo do tempo. Trata-se de uma atividade complexa, uma vez que a história da ciência revela uma variedade de métodos, teorias, valores e objetivos em constante evolução. Lederman, Lederman e Antink (2013) destacam que não existe consenso entre filósofos, historiadores, cientistas e educadores em relação a uma definição específica para a NOS. No entanto, os autores consideram que essa falta de consenso não é surpreendente, dado o caráter complexo da empreitada científica.

Existe uma linha de convergência entre o pensamento de diversos teóricos sobre a NOS, isto é, um nível aceitável, acessível e relevante à população em geral (Lederman; Lederman; Antink, 2013). Em uma pesquisa realizada por McCommas et al. (1998), com base em oito documentos curriculares internacionais, o autor definiu alguns aspectos que caracterizam uma visão consensual de natureza da ciência no ensino de ciência, conforme destacado na Tabela 4 abaixo:

Tabela 4 - Visão consensual de NOS conforme documentos curriculares internacionais

Características
O conhecimento científico, embora robusto, tem uma natureza conjectural;
O conhecimento científico depende fortemente, mas não inteiramente, da observação, da evidência experimental, de argumentos racionais e do ceticismo;
Não há uma maneira única de fazer ciências, isto é, não há um método científico universal, a ser seguido rigidamente;
A ciência é uma tentativa de explicar fenômenos naturais;
Leis e teorias cumprem papéis distintos na ciência, e teoria não se tornam leis, mesmo quando evidências adicionais se tornam disponíveis;
Pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência;
Novos conhecimentos devem ser relatados abertamente e claramente;
A construção do conhecimento científico requer registros de dados acurados, crítica constante das evidências, das teorias, dos argumentos etc. pelas comunidades de pesquisadores, e replicação dos estudos realizados;
Observações são dependentes de teorias, de modo que não faz sentido pensar-se em uma coleta de dados livre de influências e expectativas teóricas;
Cientistas são criativos;
A história da ciência apresenta um caráter tanto evolutivo quanto revolucionário;
A ciência é parte de tradições sociais e culturais;
A ciência e a tecnologia impactam uma à outra;
Ideias científicas são afetadas pelo meio social e histórico no qual são construídas.

Fonte: McCommas et al. (1998).

Com base nesses consensos internacionais sobre a natureza da ciência, é possível destacar que esses elementos são consistentes com uma visão complexa e abrangente do empreendimento científico. Isso implica que a compreensão da ciência vai além de um método único e rígido, sendo moldada por uma interação dinâmica entre observação, experimentação, argumentação e contextos socioculturais. Em outras palavras, ao analisar essas perspectivas, podemos concluir que a natureza da ciência é intrinsecamente diversificada e moldada por múltiplos fatores, ressaltando a importância de uma abordagem educacional que incorpore essa riqueza de dimensões.

A perspectiva aceitável sobre a NOS também foi objeto de estudo de Gil Pérez e colaboradores (2001). Os autores conduziram uma pesquisa bibliográfica com base em dois critérios fundamentais: as noções sobre a NOS que poderiam ser claramente rejeitadas e os pontos de convergência nas concepções epistemológicas de teóricos influentes, tais como Karl Popper (1902-1994), Thomas Kuhn (1922-1996), Mario Bunge (1919-2020), Stephen Toulmin (1920-2009), Imre Lakatos (1922-1974), Larry Laudan (1936-2022) e Ronald Giere (1938-2020).

Por meio dos critérios elencados, Gil Pérez e seus colaboradores (2001) identificaram sete grandes visões deformadas na literatura, sendo elas: a visão empírico-indutivista, rígida, dogmática, exclusivamente analítica, acumulativa, elitista e descontextualizada. Esse tipo de visão tende a ignorar o papel das hipóteses e do conhecimento disponível para a orientação do processo científico, muitas vezes sugerindo a ideia de que a observação é neutra. A visão rígida associa-se à crença de que o conhecimento científico é exato e infalível, sugerindo ainda que o método científico é um processo mecânico, que rejeita a criatividade. A visão fechada ou dogmática ignora o contexto em que os conhecimentos foram produzidos.

Uma visão exclusivamente analítica reforça a necessidade da divisão do conhecimento científico em pequenas partes, para facilitar o estudo e a compreensão, no entanto, os autores entendem que essa abordagem pode ignorar o trabalho subsequente de integração desses conhecimentos em corpos coerentes de conhecimentos mais amplos, ignorando ainda os “problemas-pontes”, que são questões que conectam duas ou mais áreas do conhecimento. A resolução desses problemas pode unificar essas áreas e expandir a compreensão geral sobre um tópico (Gil-Pérez et al., 2001).

Já uma visão acumulativa, que implica um crescimento linear do conhecimento científico, tende a ignorar seu processo de transformação e remodelação. Já a visão individual ou elitista sugere que a ciência é um trabalho de gênios isolados, ignorando o papel do

trabalho coletivo e cooperativo (Gil-Pérez et al., 2001). Essa visão está frequentemente associada a uma imagem distorcida difundida pela mídia televisiva (Kosminsky; Giordan, 2002). Por fim, os autores identificam e criticam a visão descontextualizada da ciência, e reforçam a complexidade das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, seus impasses e discussões éticas (Gil-Pérez et al., 2001). Outro mito difundido entre a sociedade é o de que há um único e exclusivo método científico a ser seguido passo a passo. Esse mito desconsidera a natureza evolutiva da ciência, conforme vimos anteriormente, e a negligência histórica da ciência.

CAPÍTULO 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo será apresentado a caracterização dos sujeitos e o delineamento metodológico da pesquisa, incluindo: natureza, objetivos, questões e procedimentos técnicos. Será descrito o processo de construção do instrumento de pesquisa, e os referenciais relativos à metodologia de organização, categorização e análise de dados.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza quali-quantitativa. Segundo Creswell e Clark (2011), a utilização dos métodos mistos consiste em combinar técnicas de coleta e análise de dados tanto quantitativas, como qualitativas, possibilitando integrá-las em um mesmo desenho de pesquisa. Nesse sentido, justifica-se o desenvolvimento da abordagem pelo pressuposto de que a interação entre esses métodos amplia e fornece possibilidades de análise, visto que cada método tem a sua limitação.

Conforme destacado por Bogdan e Biklen (1994), as pesquisas qualitativas têm sido amplamente empregadas no campo da educação, pois constituem um método valioso para obter uma compreensão mais profunda dos fenômenos sociais, bem como das perspectivas e experiências pessoais dos participantes envolvidos na pesquisa. Essa abordagem permite explorar de maneira minuciosa e contextualizada as complexidades e nuances dos processos educacionais, contribuindo para uma visão mais abrangente e significativa do tema em estudo. Segundo os autores, os pesquisadores qualitativos enfatizam:

o subjetivo, mas não negam necessariamente a existência de uma realidade "exterior" que se equaciona contra os seres humanos numa resistência tenaz (Blumer, 1980). Determinado professor pode pensar ser capaz de atravessar uma parede de tijolos, mas pensar não chega para ser capaz de o fazer. A natureza da parede é inultrapassável, mas o professor não tem de perceber a "realidade" em toda a sua crueza. Pode continuar a acreditar que é capaz de atravessar a parede, excepto desta vez, ou porque alguém lhe lançou uma maldição, impedindo-o de executar a façanha. Deste modo, a realidade só se dá a conhecer aos humanos da forma como é percebida (Bogdan, Biklen, 1994 p.54).

Nesse sentido, os métodos qualitativos valorizam a subjetividade para a compreensão da realidade, no entanto, também reconhecem a existência de uma realidade externa que resiste à nossa percepção individual, ainda que, esta última possa moldar a forma como conhecemos e entendemos a realidade. Porém, a depender dos objetivos, o ponto de vista

subjetivo pode não ser suficiente para responder uma questão proposta, além de apresentar dificuldade na generalização.

Quando uma pesquisa procura medir variáveis objetivas, geralmente mediante análises estatísticas precisas, os pesquisadores utilizam uma abordagem quantitativa (Creswell; Clark, 2011). No entanto, a depender dos objetivos, é possível que essa abordagem, quando usada exclusivamente, não consiga capturar as nuances e as complexibilidades presentes nas relações sociais, e que em muitos casos, é uma variável do contexto fundamental para que se possa entender e interpretar o fenômeno estudado.

Dessa forma, entende-se que a união de procedimentos quantitativos e qualitativos pode auxiliar na compreensão do nosso problema de pesquisa. De modo que é possível coletar e analisar dados quantitativos, como a frequência de exposição a afirmações pseudocientíficas, e o seu nível de aceitação, ao mesmo tempo em que somos orientados pelos resultados qualitativos, no que se refere à percepção individual dos estudantes sobre a ciência, a pseudociência e o ensino de ciências, e, portanto, explorar o tema com profundidade.

4.1.1 Questões de pesquisa

- Quais as percepções de professores de Ciências da Natureza em formação sobre a Natureza da Ciência e a Pseudociência?
- Em que medida os professores de Ciências da Natureza em formação distinguem informações e práticas científicas de pseudocientíficas?
- As crenças pseudocientíficas dos professores de Ciências da Natureza em formação sofrem mudanças com o decorrer do curso de formação inicial?

4.1.2 Caracterização dos sujeitos da pesquisa

De acordo com o objetivo da pesquisa, os sujeitos selecionados são estudantes matriculados em cursos de licenciatura em Ciências Biológicas, Física ou Química, na modalidade presencial, em Instituições de Ensino Superior públicas de todos os estados do Brasil, e que estão regularmente matriculados no primeiro ano de graduação, ou nos anos finais (quarto ou quinto ano). Ao longo desta dissertação, iremos nos referir a esses sujeitos como “professores de Ciências da Natureza em formação”, conforme a área específica de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BNCC, 2018).

Segundo o Censo do Ensino Superior de 2021, a maioria dos estudantes de licenciatura em instituições públicas frequenta cursos presenciais, representando mais de 80% do total. Por outro lado, nas instituições privadas, predominam os cursos a distância, com cerca de 85% dos alunos optando por essa modalidade. É importante observar que, desde 2018, nos cursos de licenciatura, o número de alunos matriculados na modalidade a distância ultrapassou o número de alunos na modalidade presencial. Isso também indica que a maioria dos estudantes está matriculada em instituições privadas. Essa mudança na configuração dos cursos de formação de professores brasileiros que atuarão na educação básica teve início em 2014 e tem se mantido consistentemente desde então (IBGE, 2022).

Os dados do censo nos ajudaram a delimitar o escopo da pesquisa. No entanto, mesmo com a predominância da modalidade a distância e das instituições privadas, decidimos manter o foco na educação pública e presencial. Isso se deve à abrangência, representatividade e facilidade de acesso aos estudantes nessa modalidade, bem como à compreensão de que os alunos do ensino presencial em instituições públicas enfrentam desafios e barreiras específicas em seu processo de aprendizagem.

O Quadro 2 abaixo destaca algumas das características específicas do público participante da pesquisa, como: quantidade por ano e série em que estão matriculados; sexo; idade; região do Brasil e religiosidade.

Quadro 2 - Caracterização dos sujeitos da pesquisa

(contínua)

Total	C. Biológicas	Física	Química
173	93 (53,76%)	38 (21,97%)	42 (24,29%)
Total por ano/série			
1º ano	25 (26,88%)	12 (31,58%)	9 (21,43%)
4º e 5º anos	68 (73,12%)	26 (68,42%)	33 (78,57%)
Sexo			
Feminino	58 (62,37%)	10 (26,32%)	26 (61,90%)
Masculino	34 (36,56%)	28 (73,68%)	15 (35,71%)
Outros	1 (1,08%)	0	1 (2,38%)
Idade			
17-20	18 (19,35%)	7 (18,42%)	8 (19,05%)
21-25	47 (50,54%)	17 (44,74%)	22 (52,38%)
26-30	16 (17,20%)	8 (21,05%)	6 (14,29%)
31+	12 (12,90%)	6 (15,79%)	6 (14,29%)

(conclusão)

Total	C. Biológicas	Física	Química
Região do Brasil			
Nordeste	19 (20,43%)	11 (28,95%)	7 (16,67%)
Norte	11 (11,83%)	2 (5,26%)	4 (9,52%)
Centro-Oeste	7 (7,53%)	2 (5,26)	3 (7,14%)
Sul	28 (30,11%)	11 (28,95%)	17 (40,48%)
Sudeste	28 (30,11%)	13 (34,21%)	10 (23,81%)
Religiosidade			
Considero-me agnóstico ou ateu	31 (33,33%)	14 (36,84%)	9 (21,43%)
Não possuo religião, porém me considero uma pessoa espiritualizada	13 (13,98%)	5 (13,16%)	5 (11,90%)
Sou religioso e acompanho as cerimônias ocasionalmente ou frequentemente	33 (35,48%)	12 (31,58%)	22 (52,38%)
Sou religioso, mas não acompanho as cerimônias	16 (17,20%)	7 (18,42%)	6 (14,29%)

Fonte: Os autores (2024).

Os dados fornecem as primeiras compreensões sobre os sujeitos da pesquisa. Por exemplo, em relação ao sexo, observa-se que há uma predominância de estudantes do sexo feminino no curso de Ciências Biológicas e Química, enquanto que na área de Física há uma predominância de estudantes do sexo masculino. Ao analisar a faixa etária dos estudantes, percebe-se que a maioria se concentra nas faixas de 21 a 25 anos, indicando que a graduação nessas áreas é frequentemente buscada por pessoas jovens, logo após a conclusão do ensino médio. No entanto, também é significativo o número de estudantes acima de 26 anos, sugerindo que existe uma parcela de indivíduos que buscam a formação nessas áreas em uma fase mais tardia.

A distribuição regional revela que as regiões Sul e Sudeste apresentam um maior número de estudantes de licenciatura em Ciências Naturais. Essa tendência justifica-se conforme os dados do Censo do Ensino Superior do IBGE (2021), já que essas regiões também são as que mais têm instituições públicas que ofertam tais cursos. No que diz respeito à religiosidade, é interessante observar que cerca de um terço dos estudantes se considera agnóstico ou ateu. No entanto, também há um número significativo de estudantes que se consideram religiosos, tanto aqueles que acompanham as cerimônias frequentemente quanto os que o fazem ocasionalmente. Isso ressalta a diversidade de crenças e valores presentes entre os futuros professores dessas disciplinas. Caso sejam agrupadas as pessoas que se autodeclaram religiosas com aquelas que dizem ser espiritualizadas, percebe-se que a maioria desses estudantes possuem crenças, que podem estar associadas a fenômenos sobrenaturais ou ainda não explicados pela comunidade científica.

Normalmente os cursos de licenciatura em Ciências Naturais, no Brasil, são divididos em quatro ou cinco anos, em alguns casos, subdivididos em semestres. Sabe-se que os cursos contemplam disciplinas científicas específicas e disciplinas de formação docente durante todo o curso, sendo comum que a partir do terceiro ou quarto ano os estudantes tenham contato com a disciplina de Estágio Curricular Supervisionado, onde frequentam escolas e acompanham o dia a dia da futura profissão.

Durante o curso, é comum que os estudantes sejam estimulados a frequentar atividades além do ensino, como pesquisa e extensão. Essas atividades podem impactar significativamente nas crenças e percepções desses estudantes. Apresentamos no quadro 3 abaixo as atividades acadêmicas que os sujeitos da pesquisa denotam ter participado.

Quadro 3 - Atividades acadêmicas desenvolvidas pelos sujeitos da pesquisa

Atividades acadêmicas (ensino - pesquisa - extensão)	C. Biológicas	Física	Química
Apresentação de trabalhos em eventos científicos	59%	55%	57%
Estágio Curricular Supervisionado	73%	55%	76%
Iniciação Científica	49%	50%	62%
Monitoria	33%	29%	29%
Grupo de Estudo e Pesquisa	41%	32%	45%
Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid)	41%	39%	43%
Residência Pedagógica	28%	24%	29%
Pós-graduação ou especialização	2%	8%	10%
Produção e publicação de artigos	32%	29%	21%
Projetos de Extensão	51%	45%	50%
Outra graduação	11%	11%	14%

Fonte: Os autores (2024).

É possível perceber que a maioria dos estudantes estão engajados com as atividades de ensino, pesquisa e extensão. Além disso, a maioria dos estudantes de cada disciplina específica já teve aulas de estágio, e, portanto, já teve contato com seu ambiente de trabalho enquanto professor estagiário. Um número significativo de estudantes também teve esse contato por meio do PIBID e Residência Pedagógica. Vale destacar o número de alunos que se envolveram com atividades de pesquisa, desde apresentação de trabalhos em eventos científico, iniciação científica, grupos de pesquisa e produção de artigos, o que sugere que grande parte desses estudantes conhecem, em maior ou menor grau, como se desenvolve uma pesquisa acadêmica, portanto, tiveram contato com a metodologia científica.

4.1.3 Procedimentos Éticos

O projeto de pesquisa, juntamente ao questionário elaborado, foram submetidos à apreciação do Comitê Gestor de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Ponta Grossa (CEP/UEPG), por meio do Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) nº64432122.4.0000.0105. Após obter a aprovação, o formulário de pesquisa foi enviado às Instituições de Ensino Superior (IES), acompanhado de um convite para participar do estudo.

Durante o processo, foram estabelecidos diversos padrões éticos, incluindo a garantia de sigilo e anonimato dos participantes, a possibilidade de desistência a qualquer momento, a utilização de um código para identificar os resultados, e não os nomes dos indivíduos, e o compromisso de utilizar os dados coletados exclusivamente para fins de pesquisa, preservando assim a privacidade dos participantes. Essas medidas visam garantir a integridade ética do estudo e o respeito aos direitos dos participantes envolvidos.

Destacamos ainda duas situações que desempenharam um papel significativo no desenvolvimento desta pesquisa. A primeira ocorreu no primeiro semestre de 2022, ao final da disciplina de mestrado de Seminário de Pesquisa, quando realizamos uma "pré-banca". Nessa ocasião, orientadores, estudantes, professores e convidados avaliaram o projeto de pesquisa, promovendo uma interação valiosa que resultou em novas ideias e ajustes no texto apresentado. Além disso, os objetivos, materiais e referências do estudo foram compartilhados e discutidos no Grupo de Estudo e Pesquisa em Políticas Educacionais e Formação de Professores (GEPPE - UEPG), também no primeiro semestre de 2022. Essa colaboração permitiu identificar diversas ideias, teorias e metodologias de análise que inicialmente não haviam recebido a devida atenção.

4.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA, ORGANIZAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

4.2.1 Instrumentos de coleta de dados

O instrumento de pesquisa desenvolvido para esta pesquisa foi um questionário. Segundo Marconi e Lakatos (2003, p.201) “questionário é um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador”. Foram consideradas algumas das vantagens mencionadas pelas autoras, tais como: economia de tempo, alcance de um maior número de participantes em

diferentes áreas geográficas, maior liberdade proporcionada pelo anonimato, menor influência do pesquisador, segurança e a possibilidade de responder em qualquer momento do dia (Marconi; Lakatos, 2003).

O questionário desenvolvido foi organizado de modo a apresentar, inicialmente, o termo de consentimento livre e esclarecido, a confirmação da autorização para o uso das respostas, e a opção de colocar o e-mail particular, caso os participantes optem por receber os resultados ao final da pesquisa. Após a leitura e confirmação, o estudante será apresentado a três sessões consecutivas, as quais descreveremos a seguir.

Na primeira seção, foram apresentadas questões básicas com o objetivo de compreender o perfil dos estudantes. Nesse contexto, os participantes foram solicitados a fornecer informações como nome, idade, sexo, instituição, curso, período e religião. Além disso, foram apresentadas diversas opções de atividades acadêmicas para identificar as experiências dos participantes em relação ao ensino, pesquisa e extensão. Em seguida, os participantes foram convidados a escrever os três principais meios pelos quais eles se informam sobre ciência, três tópicos pelos quais eles se sentem interessados e, por último, a mencionar em ordem de importância as cinco primeiras palavras que lhes vêm à mente quando pensam no termo "ciência".

A segunda seção é composta de duas questões discursivas, e reflete um panorama voltado ao ensino de ciências. A primeira questão estimula os participantes a justificarem o que diferencia a ciência particular que estudam, de outras ciências ou formas de entender o mundo. Para entender as motivações individuais da escolha pela profissão docente, a segunda questão discursiva propõe que os participantes relatem as experiências com o conteúdo específico que irão lecionar, que o fizeram escolher ser professor desta disciplina.

A terceira seção subdivide-se em dois agrupamentos de afirmações. O primeiro agrupamento apresenta 9 afirmações, cujo tema predominante é a natureza da ciência. O segundo agrupamento é composto por 32 afirmações, que exploram diversas pseudociências, cujos pressupostos para a sustentação de suas práticas envolvem questões biológicas, físicas e químicas. As afirmações foram acompanhadas de uma escala do tipo Likert, de 6 pontos, contendo as seguintes opções: não entendi, concordo totalmente, concordo, neutro, discordo ou discordo totalmente.

Antes de aplicar o questionário aos sujeitos, Marconi e Lakatos (2003, p.203) enfatizam que “o questionário precisa ser testado antes de sua utilização definitiva, aplicando-se alguns exemplares em uma pequena população escolhida”. Visando buscar um alcance maior de respostas, decidiu-se pela utilização de uma ferramenta de formulários digitais.

Nesse sentido, o pré-teste ocorreu com a ferramenta de formulários do Google, aplicado a um grupo de sujeitos composto por diversos colegas de mestrado do autor, que fazem parte do Grupo de Estudo e Pesquisa em Políticas Educacionais e Formação de Professores (GEPPE - UEPG), e que são egressos de cursos de licenciatura em ciências biológicas, matemática e química.

Após o pré-teste, identificamos algumas fragilidades, como: erros ortográficos e afirmações genéricas ou com um vocabulário complexo, que foram discutidas e corrigidas. Houve ainda certa dificuldade na visualização da Escala Likert, devido ao formato de tela, que prioriza o desktop, e portanto, não é otimizado para telas pequenas. Nesse sentido, optamos pela utilização da ferramenta de formulários da Microsoft, cujo template da função “grade de múltipla escolha” se ajusta à tela do smartphone e, além disso, apresenta os resultados de forma mais compreensível. No entanto, é importante mencionar que a versão gratuita desta ferramenta suporta até 200 respostas. Portanto, para contornar essa limitação, foi necessário duplicar o questionário e incluir um link de redirecionamento.

O questionário foi enviado durante o período da segunda quinzena do mês de novembro de 2022, para as Pró-Reitorias de Ensino e coordenadores dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, Física e Química de instituições públicas estaduais e federais de todo o Brasil. O contato ocorreu exclusivamente por meio do e-mail divulgado no site individual de cada instituição de ensino, com exceção da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), cujo contato também ocorreu por meio do Sistema Eletrônico de Informações (SEI). Em 25 de dezembro de 2023, o questionário foi encerrado para novas respostas, totalizando 284 respostas registradas até o momento.

4.2.2 Análise quantitativa

O instrumento de pesquisa já detalhado anteriormente contempla uma seção específica com questões fechadas, das quais os estudantes poderiam respondê-las por meio de uma escala Likert de 6 pontos, sendo eles: não entendi, concordo totalmente, concordo, neutro, discordo e discordo totalmente. Após a escolha de questões que não abriam brechas para dualidade de respostas, e definição de duas dimensões gerais: A primeira, 8 questões sobre ciência, natureza da ciência e metodologia científica. A segunda, 24 questões com alegações pseudocientíficas. Os dados foram tabulados utilizando uma planilha eletrônica.

Em seguida, para construir o score dos estudantes, atribuiu-se a pontuação conforme o resultado esperado para a questão. Por exemplo, a afirmação “uma vez que a Ciência valida

uma teoria, não há mais a possibilidade de essa teoria ser demonstrada incorreta” é, evidentemente, uma afirmação falsa, uma vez que transmite a certeza de que a ciência é algo imutável, que não há espaço para novas descobertas ou mudanças nos paradigmas científicos. Dessa forma, para os estudantes que responderam como concordo totalmente, atribuiu-se 1 ponto. Para aqueles que responderam com concordo, atribuiu-se 0,75 pontos, e assim por diante: neutro: 0,50 pontos, discordo: 0,25 e discordo totalmente: 0. Não foi considerada pontuação para quem denotou “não entendi”.

Analogamente, para as questões cuja resposta deveria ser “discordo totalmente”, o índice ocorreu ao contrário; discordo totalmente = 1 ponto; discordo = 0,75; neutro=0,5; concordo=0,25; concordo totalmente=0. Nesse sentido, quanto mais questões os estudantes acertavam, mais o seu score aumentava.

Figura 4 - Organização dos dados em planilha

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	
1	Sujeitos		Ciência e Método Científico										SCORE CIÊNCIAS								SCORE SOMA CIÊNCIAS	SCORE SOMA CIÊNCIAS					
2	ID	ANO	A	C	E	G	R	(V	(\	I	(A	C	E	G	R	(V	(\	I	(
3	3	1	4	4	2	4	4	2	3	3		0,75	0,75	0,25	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5							5	0,63
4	7	1	4	4	2	4	2	2		3		0,75	0,75	0,25	0,75	0,25	0,75	0	0,5							4	0,50
5	86	1	3	4	4	5	3	2	2	3		0,5	0,75	0,75	1	0,5	0,75	0,75	0,5							5,5	0,69
6	95	1	5	4	5	5	1	2	3	3		1	0,75	1	1	0	0,75	0,5	0,5							5,5	0,69
7	138	1	5	4	5	5	3	1	1	5		1	0,75	1	1	0,5	1	1	0							6,25	0,78
8	164	1	3	4	4	5	2	2	2	2		0,5	0,75	0,75	1	0,25	0,75	0,75	0,75							5,5	0,69
9	165	1	2	5	5	5	3	2	5	2		0,25	1	1	1	0,5	0,75	0	0,75							5,25	0,66
10	228	1	3	3	3	3	3	3	3	3		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5							4	0,50
11	230	1	4	3	2	4	3	2	2	3		0,75	0,5	0,25	0,75	0,5	0,75	0,75	0,5							4,75	0,59

Fonte: Autores (2023).

Com isso, foi possível evidenciar na figura 4, o score individual de cada participante, sendo o mínimo 0 e o máximo 8 na dimensão de ciências e 24 na dimensão de pseudociências. Além disso, foi possível identificar um score médio para os estudantes de um determinado curso, e, em particular, para os estudantes de um determinado curso que estavam no primeiro ano, ou no último ano. O que possibilita que esses scores sejam comparados. Foram calculados o desvio padrão, variância e o erro, para verificar a confiabilidade dos índices.

Ao final, foi determinada a seguinte escala, com base na porcentagem de acertos: Altamente alfabetizado (mais de 90%); Bem alfabetizado (75 - 89%); Moderadamente alfabetizado (50 - 74%); Pouco alfabetizado (25 - 49%); Baixa alfabetização (menos de 25%).

O tratamento dos dados foi inspirado na Escala de Crenças Pseudocientíficas, desenvolvida por Fasce e Picó (2019). Os autores elaboraram questões afirmativas, avaliadas

em Escala Likert, que buscavam avaliar as crenças de estudantes em pseudociências e negacionismo científico. Na Escala de Conhecimento de Método Científico, elaborada por Adam e Manson (2014), também averiguada em escala Likert. E por fim, na pesquisa de Garcia (2021), cujo objetivo foi averiguar crenças pseudocientíficas e o letramento científico em estudantes universitários.

4.2.3 Alfa de Cronbach

O coeficiente alfa de Cronbach é uma medida de confiabilidade de um questionário, desenvolvido por Lee J. Cronbach, em 1951. Ele varia de 0 a 1 e é calculado a partir da correlação entre as respostas dos participantes a cada item do questionário. Um alfa de Cronbach alto indica que as respostas dos participantes são consistentes, ou seja, que eles estão respondendo de forma similar a questões que medem o mesmo construto. Ao passo que, um questionário com um alfa de Cronbach baixo pode indicar que ele não é confiável e, portanto, não deve ser usado para a coleta de dados (HORA; MONTEIRO E ARICA, 2010).

O coeficiente alfa é calculado a partir da equação:

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \times \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right)$$

Em que, k corresponde ao número de itens do questionário; S_i^2 a variância (mede a dispersão dos dados em relação à sua média. Em outras palavras, ela indica o quão espalhados os valores de um conjunto estão em torno da média) de cada item e S_t^2 a soma de todas as variâncias.

A figura 5 abaixo ilustra a aplicação das etapas para encontrar o coeficiente alfa de Cronbach, onde cada coluna indica uma questão e cada linha indica um sujeito.

Figura 5 - Exemplo de aplicação do cálculo do coeficiente alfa de Cronbach

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ
1	ID	SCORE CIÊNCIAS												SCORE PSEUDOCIÊNCIA			Variância por aluno																										
2	ID	A	C	E	G	R	B(V)	D(V)	J(V)	F	L	M																															
3	1	0,25	0,5	0,75	0,75	0,5	0,75	1	0,5	0,25	0,5	1																															
4	3	0,75	0,75	0,25	0,75	0,75	0,75	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5																															
5	4	0,75	1	0,5	1	0,5	0,75	0,75	0,5	0,75	0,75	0,75																															
6	5	1	1	0,75	1	0	0,5	0,25	0,75	0,25	0	0																															
176	Somas	112,5	144,5	117,25	133	79,75	109	112,75	109	83,25	117,75	111,25																															
177	Variância soma	260,57												11,5345																													
178	Alfa de Crombach	0,9557328515																																									

Fonte: Autores (2023).

Conforme é possível observar na figura acima, a coluna AQ indica a variância de respostas de um aluno específico, enquanto que a linha 176 indica a soma dos scores em uma questão específica, e, logo abaixo, a variância dessas somas. Conseqüentemente, a linha 178 indica o coeficiente, com base na equação citada anteriormente. Vale ressaltar que, foram ocultadas diversas colunas (questões) e linhas (sujeitos), por motivos de limitação gráfica.

Após a aplicação do coeficiente alfa, obteve-se o índice de aproximadamente 0,956, o que, segundo Hora, Monteiro e Arica (2010) pode ser considerado excelente, indicando que as respostas dos licenciandos são consistentes, isto é, os sujeitos estão respondendo de forma similar as questões que medem o mesmo construto.

4.2.4 Instrumentos de coleta de dados

A análise de conteúdo, conforme proposto por Laurence Bardin, vem amplamente sendo utilizada em estudos sobre ensino e educação que envolvem questionários, e desdobra-se em três etapas distintas: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados.

A **pré-análise**, início desse percurso metodológico, caracteriza-se por ser uma fase de sistematização das ideias iniciais, resultando na elaboração de um plano de análise. Segundo Bardin (2011, p.125), sua missão inclui a seleção dos documentos, a formulação de hipóteses e objetivos, bem como a elaboração de indicadores que fundamentaram a interpretação final. Embora não rigidamente sequencial, neste contexto, essas missões foram assim seguidas.

Inicialmente, ancorados nas questões predefinidas, essa etapa foi marcada por uma leitura flutuante, um contato inicial com as diferentes respostas que se tornava mais familiar. Bardin (2011, p.130) ressalta que "pouco a pouco, a leitura se torna mais precisa, à medida que emergem hipóteses, teorias adaptadas ao material e a aplicação de técnicas utilizadas em materiais análogos". Assim, durante a leitura inicial dos documentos, constituídos por respostas a um questionário, foi possível contemplar regras de representatividade na amostra, visando uma abrangência e generalização eficazes. A preparação inicial do material, alinhada com a metodologia selecionada, foi realizada por meio de um computador, com o auxílio do Excel, onde categorias a priori foram delineadas.

A **exploração do material**, considerada etapa intermediária, constitui-se da aplicação sistemática das decisões já delineadas por Bardin (2011, p.131). Os procedimentos foram aplicados manualmente, sendo que, por meio do computador, as operações foram codificadas e enumeradas, baseando-se nas regras previamente estabelecidas.

Nesta etapa, procedeu-se à codificação dos dados, uma transformação realizada conforme regras específicas, a qual inclui recorte, agregação e enumeração, visando alcançar uma representação do conteúdo que possa servir de índice. Essa sequência de operações envolve a escolha das unidades, das regras de contagem e a classificação das categorias.

Os dados foram então divididos em unidades de registro, levando em consideração a semelhança semântica e de sentido, preparando assim o terreno para a posterior categorização. Quanto à numeração, esta foi realizada seguindo a ordem de preenchimento do formulário, com uma padronização baseada no número do curso (Ciências Biológicas (1), Física (2) e Química (3)), acrescida de um número correspondente ao ano em que o estudante está regularmente matriculado. Por exemplo, um estudante designado como "11_1_2" é o 11º a responder o formulário, cursa Ciências Biológicas e está no segundo ano do curso.

Finalmente, o **tratamento dos resultados e a interpretação** emergem como etapas cruciais nessa jornada analítica. Os resultados brutos são processados, visando garantir significância e validade. As operações estatísticas geram quadros e modelos que destacam informações essenciais da análise. Testes estatísticos e validações são aplicados, garantindo o rigor. A partir desse arcabouço, propõem-se inferências e interpretações alinhadas aos objetivos traçados, podendo inclusive catalisar novas análises teóricas ou técnicas.

CAPÍTULO 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, serão expostos os resultados e discussões da pesquisa realizada. Detalharemos as características específicas do perfil dos sujeitos da pesquisa, incluindo os meios pelos quais os indivíduos buscam informações sobre ciências e seus temas de interesse. Serão explorados os resultados sobre o nível de conhecimento sobre ciências e pseudociências por curso de formação e por série, juntamente com uma comparação entre eles. Além disso, apresentaremos os resultados referente ao índice de alfabetização científica desenvolvido.

5.1 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DO PERFIL DOS SUJEITOS

No capítulo metodológico, documentamos o perfil dos sujeitos da pesquisa: 173 estudantes de cursos presenciais de licenciatura em Ciências Biológicas (N=93), Física (N=38) e Química (N=42) de instituições públicas estaduais e federais brasileiras. Destes, 46 são estudantes do 1º ano do curso, e 127 são estudantes “seniores”, ou seja, estavam regularmente matriculados no 4º ou 5º ano do curso, considerando que algumas instituições adotam a formação em 4 anos (ou 8 semestres) e outras em 5 anos (ou 10 semestres).

Os sujeitos são predominantemente jovens, a maioria se enquadra na faixa etária de 21 a 25 anos, com uma distribuição equilibrada entre homens e mulheres (para o caso de não se considerar os cursos específicos). As regiões sul e sudeste do Brasil concentram a maioria dos participantes. Quanto à religiosidade, há diversidade de crenças, com uma parcela superior de estudantes que se consideram religiosos ou espiritualizados. Os estudantes estão engajados em atividades acadêmicas além do ensino, como pesquisa e extensão, demonstrando familiaridade com a metodologia científica.

5.1.1 Meios de informação sobre ciências utilizados pelos sujeitos

Os participantes da pesquisa foram questionados sobre os meios pelos quais se informavam sobre o tema “ciência”. Não houve limite de meios a serem mencionados. Os resultados foram agrupados em grandes categorias, conforme o Quadro 4 abaixo, em que se destaca a porcentagem de estudantes por curso que utilizam um determinado meio.

Quadro 4 - Meios de informação sobre “ciência” utilizados pelos sujeitos

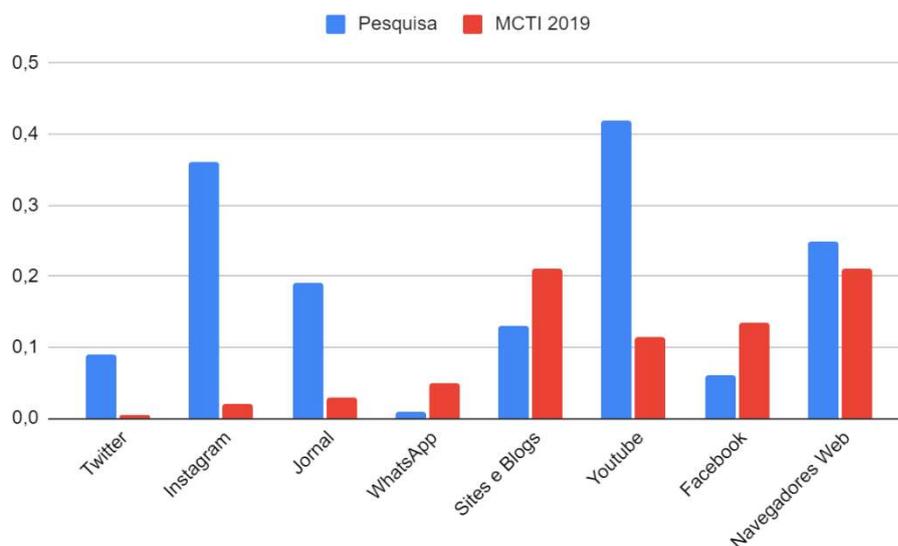
Categoria	Meio	C. Biológicas	Física	Química
Redes Sociais	Facebook	9%	0%	5%
	Instagram	38%	32%	36%
	Tiktok	2%	5%	2%
	Twitter	11%	5%	10%
	WhatsApp	1%	0%	2%
	Youtube	39%	55%	38%
	Redes Sociais em geral	5%	3%	7%
Mídias Digitais	Navegadores Web	26%	26%	21%
	Podcast	0%	5%	7%
	Sites e Blogs	14%	11%	14%
Literatura	Artigos e Periódicos científicos	63%	61%	55%
	Livros	53%	55%	45%
Divulgadores Científicos	Divulgadores Científicos	2%	16%	5%
Mídia tradicional	Jornal	18%	21%	19%
	TV	6%	13%	12%

Fonte: Os autores (2024).

Evidenciou-se que os estudantes em geral preferem meios de comunicação mais formais e tradicionais, como artigos, periódicos científicos e livros. No entanto, uma alta parcela também mencionou o uso de redes sociais, como Instagram e Youtube, indicando certa aceitação por abordagens informais e contemporâneas. As redes sociais são mídias populares para se comunicar com diferentes grupos sociais. Conforme Orsi (2020), ao contrário dos jornais, elas não têm controle editorial sobre o conteúdo, embora lucre com ele, e usam algoritmos para controlar as publicações. Muitos divulgadores científicos estão usando esses meios para facilitar o acesso ao público leigo e despertar o interesse em ciências e tecnologia. No entanto, é importante ser crítico ao se informar por meio desses canais, verificando as fontes, desconfiando de afirmações sensacionalistas e pesquisando sobre o assunto.

A Figura 7 a seguir apresenta uma comparação entre os nossos resultados com os da Pesquisa de Percepção Pública da Ciência e Tecnologia no Brasil, realizada em 2019 pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações (MCTI, 2019). A pesquisa do MCTI ouviu 2.200 pessoas entre 16 e 75 anos em todas as regiões do país.

Figura 6 - Comparação de meios de informação sobre C&T: Nossa pesquisa X MCTI (2019).



Legenda: O eixo horizontal se refere aos meios de informação e o eixo vertical se refere a porcentagem do público participante que os utiliza para se informar sobre Ciências.

Fonte: Autores (2023).

Apesar dos 4 anos de diferença entre as pesquisas, o Youtube e os navegadores da web são meios amplamente utilizados tanto por licenciandos em Ciências da Natureza quanto pelo público em geral. Os sites e blogs foram o segundo meio mais citado na pesquisa do MCTI, mas é relevante notar que novas redes sociais, como Instagram e Twitter (atual renomeado para “X”), ganharam destaque deste então, explicando o número expressivos de citações por licenciandos.

Uma diferença entre os grupos é o interesse por jornais, com os licenciandos mais propensos a usá-los do que o público em geral. Por outro lado, 5% do público em geral citou o WhatsApp como meio de se informar sobre ciências, enquanto apenas 1% dos licenciandos o mencionaram. Além disso, a pesquisa do MCTI identificou que 27% do público em geral não usam a internet para se informar sobre ciência. Em contraste, as principais fontes de informação citadas pelos licenciandos, como artigos, periódicos e livros, não foram abordadas na Pesquisa de Percepção Pública.

5.1.2 Temas de interesse relacionados à ciência

Nossos sujeitos de pesquisa foram convidados a listar três tópicos pelos quais se sentiam interessados, e suas respostas foram analisadas utilizando a abordagem de Bardin (2011). Inicialmente, agrupamos as palavras que se encaixavam dentro de um domínio

específico, por semelhança ou similaridade de conceitos, em seguida, categorias mais abrangentes foram criadas para representar temas gerais, como “Política e Sociedade”, para questões políticas e sociais e “Ensino e Educação” para assuntos educacionais.

Esta categorização proporcionou uma visão geral dos interesses dos participantes, e ajudou a entender os principais temas abordados. Destaca-se que nem sempre as três respostas se encaixam em três categorias distintas. Quando dois ou mais tópicos se enquadrar em uma única categoria, ela foi considerada apenas uma vez. O quadro 5 a seguir apresenta os principais temas de interesse dos participantes da pesquisa, organizados de acordo com o curso de graduação.

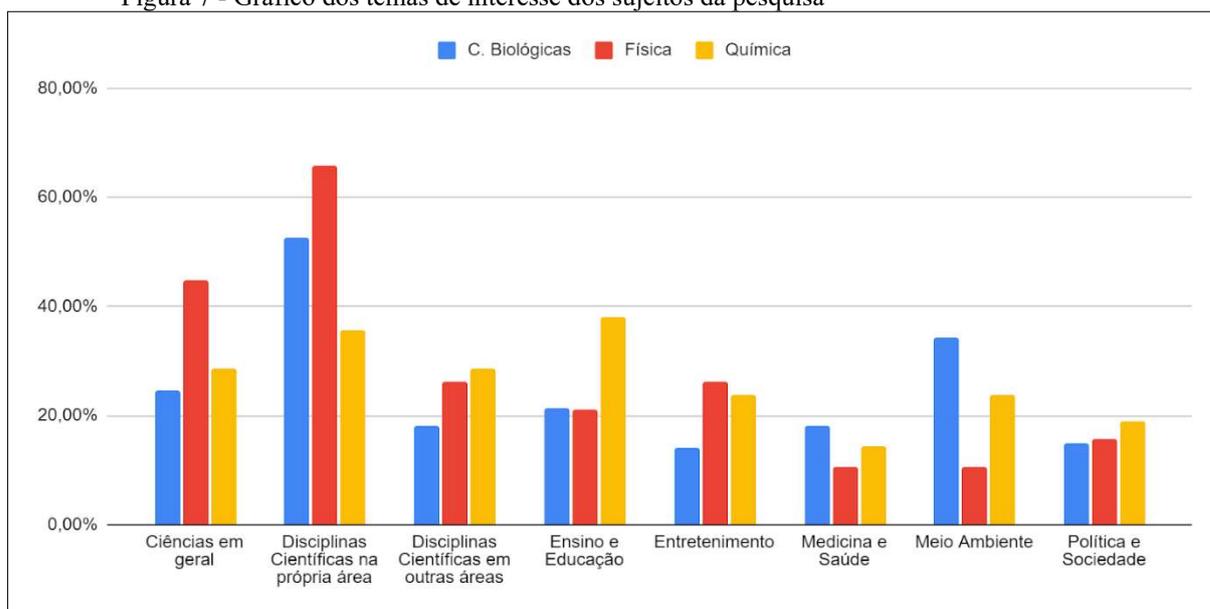
Quadro 5 - Temas de interesse dos sujeitos da pesquisa

Temas de interesse	C. Biológicas	Física	Química
Ciências em geral	24,73%	44,74%	28,57%
Disciplinas Científicas na própria área	52,69%	65,79%	35,71%
Disciplinas Científicas em outras áreas	18,28%	26,32%	28,57%
Ensino e Educação	21,51%	21,05%	38,10%
Entretenimento	13,98%	26,32%	23,81%
Medicina e Saúde	18,28%	10,53%	14,29%
Meio Ambiente	34,41%	10,53%	23,81%
Política e Sociedade	15,05%	15,79%	19,05%

Fonte: Os autores (2024).

Para facilitar a visualização dos dados, apresentamos na Figura 5.2 um gráfico construído a partir do Quadro 5.

Figura 7 - Gráfico dos temas de interesse dos sujeitos da pesquisa



Fonte: Autores (2024).

Em geral, os estudantes de Ciências Biológicas se sentem mais interessados em disciplinas científicas na própria área de estudo, pelo meio ambiente e pela ciência, em geral. Já os estudantes de Física se interessam por disciplinas científicas na própria e em outras áreas, ciências em geral e entretenimento. Os estudantes de Química, por sua vez, se interessam mais pelo ensino e educação, disciplinas científicas na própria e em outras áreas, e ciências em geral. Abaixo, detalharemos cada categoria:

A categoria “Ciências em Geral” engloba palavras relativas ao contexto geral da ciência, como: História da Ciência, Epistemologia, Filosofia da Ciência, Inovação Científica, Avanços Científicos, entre outros. Estatisticamente, temos cerca de 25% dos estudantes de Ciências Biológicas, 45% dos estudantes de Física e 29% dos estudantes de Química interessados neste tema. Nesse sentido, verificamos que pelo menos um quarto dos estudantes de cada curso citou ter interesse em tópicos relacionados à ciência em geral, em especial, os estudantes de física, em que quase a metade dos estudantes citou este tema.

A categoria “Disciplinas Científicas na própria área” engloba palavras relativas a disciplinas científicas que pertencem à própria área de estudos. Por exemplo, acadêmicos de licenciatura em Química que denotam interesse pela Química Orgânica. Já a categoria “Disciplinas Científicas em outras áreas” engloba palavras relativas a disciplinas científicas que não pertencem à própria área de estudos. Por exemplo, foi identificado que diversos acadêmicos de licenciatura em Biologia se sentiam interessados pela Astronomia.

Analisando os percentuais, é possível perceber que, em todas as áreas analisadas, prevalece o interesse por tópicos da própria área de estudos. Com destaque para os acadêmicos de C. Biológicas (52,69%) e Física (65,79%). Ou seja, esses estudantes têm uma afinidade maior com disciplinas científicas relacionadas diretamente à sua formação acadêmica. No entanto, os sujeitos também demonstraram interesse em disciplinas científicas de outras áreas, com destaque para Física (26,32%) e Química (28,57%), indicando abertura para uma perspectiva mais interdisciplinar.

Os percentuais das três categorias acima revelam um panorama em que os estudantes se sentem genuinamente interessados em várias esferas do universo científico, seja por meio do interesse amplo em ciências, ou na valorização de disciplinas científicas dentro e fora de suas áreas. No entanto, é importante destacar que, conforme Sagan (1996), o sentimento de admiração pela ciência pode se estender à pseudociência, que possui efeito semelhante. De modo que, mesmo o interesse em temas relacionados à ciência, quando não orientados pelos princípios científicos, podem ser um terreno fértil para as pseudociências.

Em consonância, Martins (1995, 2007) e El-Hani (2006) destacam que uma série de futuros professores frequentemente detém visões equivocadas acerca da natureza da ciência. Os autores afirmam que a disciplina de História e Filosofia da Ciência emerge como uma ferramenta valiosa para ajustar essa perspectiva, e direcionar corretamente o interesse em ciências. Dessa forma, ressalta-se a importância de uma formação abrangente, que fomente o interesse pela ciência e também desenvolva habilidades críticas essenciais, a fim de alinhar os interesses dos estudantes com a compreensão correta da ciência, e assim, criar uma base sólida para o desenvolvimento acadêmico e profissional, nesse caso, geralmente associado a docência.

A categoria “Ensino e Educação” engloba termos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem, como: pedagogia, didática, avaliação, currículo, entre outros. Esperava-se que, por se tratar de estudantes de licenciatura, houvesse um interesse maior por esse tema, mas os resultados mostraram que, menos de um em cada quatro estudantes de C. Biológicas e Física citaram esses temas. Já no caso dos estudantes de Química, cerca de 38% citaram interesse por esses temas. Isso sugere que o tema teve um reconhecimento mais acentuado no contexto da Química.

Já a categoria “Entretenimento” descreve temas de interesse relacionados às atividades de diversão e lazer, e foi citada por cerca de 14% dos acadêmicos de licenciatura em Ciências Biológicas, 26% de Física e 24% de Química. As categorias “Medicina e Saúde” e “Meio Ambiente” tiveram maior percentual de interesse por parte dos estudantes de C. Biológicas, isso pode ter relação com a dinâmica do curso, que contempla objetos de estudo associados a esses temas. Já no caso da categoria “Política e Sociedade”, o público mais interessado nesse tema são os estudantes de Química (19,05%), embora o percentual esteja próximo dos demais cursos.

Os resultados da nossa pesquisa podem ser comparados com os resultados da Pesquisa de Percepção Pública da Ciência e Tecnologia no Brasil, realizada pelo Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações. A pesquisa ouviu 2.200 pessoas entre 16 e 75 anos em todas as regiões do país (MCTI, 2019). No entanto, é importante ressaltar que, neste caso, a comparação entre os resultados das duas pesquisas deve ser feita com cautela, pois a pesquisa citada apresenta uma questão fechada, com respostas pré-definidas, enquanto a nossa pesquisa baseia-se em uma questão aberta.

Em comparação com o público geral que se considera muito interessado em um determinado tema, os licenciandos em Ciências da Natureza têm um interesse superior pelo tema Meio Ambiente (Pesquisa (P): 32% e MCTI 2019 (M): 25%), e pelo tema Política

(P:15,53% e M:8%). E tiveram um interesse inferior pelo tema Medicina e Saúde (M:36% e P:15,91%). Já quando se trata do tema Ciência, verificou-se que ele é de interesse de 24% do público geral, mas esse percentual aumenta para 78,61% entre os licenciandos em Ciências da Natureza. Outros temas que apareceram como destaque na Percepção Pública, mas que não apareceram ou tiveram pouco impacto em nossa pesquisa foram: Artes, Cultura, Economia, Esportes e Religião. Em contraste, o tema Ensino e Educação surgiu em nossa pesquisa, com cerca de 25,43% de interesse dos sujeitos, o que pode ser explicado pelo fato de os participantes serem acadêmicos de licenciatura.

5.2 RESULTADOS DAS ESCALAS

5.2.1 Resultados da Escala de Conhecimento sobre Ciência

No Quadro 6 abaixo, apresentamos a média, desvio padrão, variância e erro em relação aos resultados da escala de conhecimento sobre ciências, que incluíam 8 questões sobre natureza da ciência, método científico, e ciências em geral. A respeito das médias, vale destacar que o índice varia de 0 a 1, sendo que 1 significa que todos os estudantes concordaram com a questão, e 0 indica que nenhum estudante concordou com a questão, de modo que, quanto maior o índice, maior a proporção de alunos que concordaram.

Quadro 6 - Resumo Escala de conhecimento sobre ciências

Licenciatura	Ano	Média	Desvio Padrão	Variância	Erro
C. Biológicas	Primeiro ano	0,641	0,116	0,013	0,023
	Seniores	0,696	0,132	0,017	0,016
Física	Primeiro ano	0,648	0,096	0,008	0,028
	Seniores	0,708	0,129	0,016	0,025
Química	Primeiro ano	0,663	0,088	0,007	0,029
	Seniores	0,581	0,166	0,027	0,029
Média Primeiro Ano		0,647	0,104	0,01	0,015
Média Seniores		0,669	0,149	0,022	0,013
Média Geral		0,663	0,138	0,019	0,01

Fonte: Os autores (2024).

Em relação aos temas em específico, e aos estudantes do primeiro ano e seniores, a figura a seguir ilustra os índices convertidos em porcentagem, para cada um dos tópicos.

Figura 8 - Conhecimento sobre ciências entre estudantes do primeiro ano e seniores, por questão



Fonte: Autores (2024).

Os estudantes seniores de cursos de licenciatura em ciências naturais geralmente demonstram um conhecimento mais avançado em áreas como Ciências Biológicas e Física, em comparação aos estudantes do 1º ano. No entanto, essa tendência não se reflete no curso de Química, onde os estudantes seniores têm uma média inferior. A heterogeneidade de conhecimento entre os estudantes seniores de Química, dado o alto desvio padrão, sugere a necessidade de investigar fatores que contribuem para essas variações ao longo do percurso acadêmico. Torna-se útil compreender essas variações, uma vez que os estudantes tiveram um contato com disciplinas acadêmicas que abordam essas temáticas, como disciplinas específicas de teoria e prática, ou mesmo História e Filosofia da Ciência, Metodologia Científica, entre outras.

5.2.2 Resultados da Escala de Conhecimento sobre Pseudociências

No quadro a seguir, apresentamos a média, desvio padrão, variância e erro em relação aos resultados da escala de conhecimento sobre pseudociências, que incluíam 24 questões sobre diversos tópicos pseudocientíficos. A respeito das médias, vale destacar que o

índice varia de 0 a 1, sendo que 1 significa que todos os estudantes concordaram com a questão, e 0 indica que nenhum estudante concordou com a questão, de modo que, quanto maior o índice, maior a proporção de alunos que concordaram.

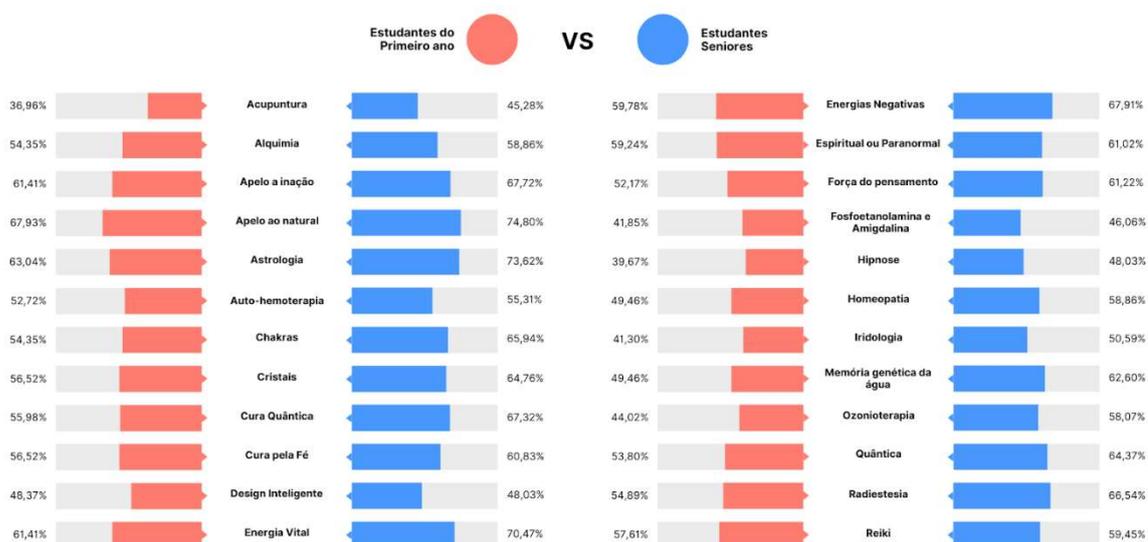
Quadro 7 - Índices Escala de conhecimento sobre pseudociências

Licenciatura	Ano	Média	Desvio Padrão	Variância	Erro
C. Biológicas	Primeiro ano	0,520	0,160	0,025	0,032
	Seniores	0,614	0,208	0,042	0,025
Física	Primeiro ano	0,648	0,096	0,008	0,028
	Seniores	0,734	0,186	0,033	0,036
Química	Primeiro ano	0,663	0,088	0,007	0,029
	Seniores	0,494	0,212	0,043	0,037
Média Primeiro Ano		0,530	0,186	0,034	0,027
Média Seniores		0,607	0,219	0,047	0,019
Média Geral		0,587	0,213	0,045	0,016

Fonte: Os autores (2024).

Em relação aos temas em específico, a figura abaixo ilustra os índices convertidos em porcentagem, para cada um dos tópicos, divididos em dois grupos, estudantes do 1º ano e estudantes seniores.

Figura 9 - Conhecimento sobre pseudociência entre estudantes do primeiro ano e seniores, por questão



Fonte: Autores (2024).

Em geral, os estudantes seniores apresentaram uma média superior aos do primeiro ano. No entanto, os índices de ambas as etapas são relativamente baixos. Especificamente, os

estudantes de C. Biológicas tiveram um aumento significativo em suas médias, igualmente os estudantes de Física, apesar de que, esses últimos já tiveram um desempenho razoável desde o início. Os estudantes de Química, por outro lado, viram suas médias caírem, sugerindo uma dificuldade maior em identificar afirmações pseudocientíficas. Dessa forma, há uma tendência de melhoria no entendimento ao longo dos anos do curso, com a média geral do primeiro ano $M=0,53$ sendo menor que a dos estudantes seniores $M=0,607$.

A fim de analisar os tópicos em específico, realizamos um agrupamento geral, de modo a destacar as informações associadas a pseudociências em grupos amplos. São eles: crenças espirituais e paranormais, as práticas medicinais alternativas ou sem comprovação científica e as teorias e práticas alternativas.

A **primeira categoria** denomina-se “crenças espirituais ou paranormais” e contém tópicos como: Chakras, Cristais, Cura pela Fé, Cura Quântica, Energia Vital, Energias Negativas, Espiritual ou Paranormal, Força do pensamento, Quântica e força do pensamento, Reiki. O quadro abaixo apresenta os resultados com a porcentagem de alunos que concordaram ou discordaram com a questão. Para melhor visualização, destacamos as situações em que um desses índices foi superior ao outro.

Quadro 8 - Crenças Espirituais ou Paranormais

	C. Biológicas		Física		Química		Estudantes do 1º ano		Estudantes Seniores	
	Erro	Acerto	Erro	Acerto	Erro	Acerto	Erro	Acerto	Erro	Acerto
Chakras	17,20%	44,09%	7,89%	78,95%	35,71%	35,71%	23,91%	36,96%	18,11%	54,33%
Cristais	18,28%	43,01%	7,89%	71,05%	28,57%	26,19%	17,39%	36,96%	18,90%	48,03%
Cura pela Fé	25,81%	43,01%	23,68%	63,16%	26,19%	35,71%	28,26%	43,48%	24,41%	46,46%
Cura Quântica	13,98%	40,86%	5,26%	89,47%	30,95%	40,48%	19,57%	36,96%	14,96%	56,69%
Energia Vital	10,75%	56,99%	5,26%	84,21%	28,57%	42,86%	17,39%	45,65%	12,60%	64,57%
Energias Negativas	18,28%	51,61%	5,26%	81,58%	30,95%	33,33%	21,74%	43,48%	17,32%	57,48%
Espiritual ou Paranormal	16,13%	43,01%	21,05%	68,42%	35,71%	33,33%	19,57%	43,48%	22,83%	47,24%
Força do pensamento	21,51%	38,71%	18,42%	68,42%	38,10%	28,57%	30,43%	32,61%	22,83%	46,46%
Quântica e força do pensamento	24,73%	37,63%	21,05%	71,05%	26,19%	47,62%	30,43%	36,96%	22,05%	51,18%
Reiki	18,28%	40,86%	7,89%	68,42%	45,24%	19,05%	19,57%	41,30%	23,62%	41,73%

Fonte: Os autores (2024).

De forma geral, os estudantes de Ciências Biológicas, Física e a média geral dos estudantes do primeiro ano e seniores tiveram uma taxa de acertos superior. No entanto, na disciplina de Química, houve quatro situações em que os estudantes tiveram uma taxa de erros superior e uma situação em que os índices foram iguais.

A **segunda categoria** denomina-se “Prática medicinal alternativa ou sem comprovação científica” e abarca temas como: Acupuntura, Apelo ao natural, Auto-hemoterapia, Fosfoetanolamina e Amigdalina, Homeopatia, Iridologia e Ozonioterapia. A

tabela abaixo apresenta os resultados com a porcentagem de alunos que concordaram ou discordaram. Para melhor visualização, destacamos as situações em que um desses índices foi superior ao outro.

Quadro 9 - Práticas medicinais Alternativas ou sem comprovação científica

	C. Biológicas		Física		Química		Estudantes do 1º ano		Estudantes Seniores	
	Erro	Acerto	Erro	Acerto	Erro	Acerto	Erro	Acerto	Erro	Acerto
Acupuntura	43,01%	18,28%	26,32%	36,84%	54,76%	7,14%	45,65%	10,87%	40,94%	22,83%
Apelo a inação	17,20%	58,06%	10,53%	84,21%	30,95%	42,86%	19,57%	52,17%	18,90%	62,99%
Apelo ao natural	8,60%	72,04%	5,26%	86,84%	23,81%	57,14%	15,22%	63,04%	10,24%	74,80%
Auto-hemoterapia	17,20%	26,88%	21,05%	50,00%	26,19%	33,33%	13,04%	28,26%	22,83%	35,43%
Fosfoetanolamina e Amigdalina	26,88%	22,58%	31,58%	31,58%	45,24%	11,90%	32,61%	13,04%	32,28%	25,20%
Homeopatia	19,35%	37,63%	18,42%	63,16%	47,62%	21,43%	26,09%	28,26%	25,98%	43,31%
Iridologia	30,11%	26,88%	26,32%	36,84%	40,48%	11,90%	34,78%	10,87%	30,71%	30,71%
Ozonioterapia	20,43%	37,63%	13,16%	50,00%	40,48%	16,67%	34,78%	19,57%	19,69%	40,94%

Fonte: Os autores (2024).

De modo geral, essa categoria engloba práticas medicinais disponíveis no SUS e alternativas aos métodos convencionais. Em todos os casos, os estudantes seniores apresentaram índices superiores de acerto em comparação aos alunos do primeiro ano. No entanto, em práticas como acupuntura, fosfoetanolamina, amigdalina e iridologia, ambos os grupos de estudantes apresentaram uma porcentagem maior de erros.

A **terceira e última categoria** denomina-se “Teorias e Práticas alternativas” e abarca temas como: Alquimia, Astrologia, Design Inteligente, Hipnose, Memória Genética da Água e Radiestesia. A tabela abaixo apresenta os resultados com a porcentagem de alunos que concordaram ou discordaram da questão. Para melhor visualização, destacamos as situações em que um desses índices foi superior ao outro.

Quadro 10 - Teorias e Práticas alternativas

	C. Biológicas		Física		Química		Estudantes do 1º ano		Estudantes Seniores	
	Erro	Acerto	Erro	Acerto	Erro	Acerto	Erro	Acerto	Erro	Acerto
Alquimia	18,28%	36,56%	15,79%	63,16%	45,24%	28,57%	23,91%	34,78%	24,41%	42,52%
Astrologia	16,13%	54,84%	5,26%	86,84%	26,19%	47,62%	19,57%	52,17%	14,96%	62,99%
Design Inteligente	39,78%	34,41%	26,32%	42,11%	52,38%	19,05%	34,78%	28,26%	41,73%	33,86%
Hipnose	34,41%	19,35%	39,47%	28,95%	42,86%	28,57%	41,30%	13,04%	36,22%	27,56%
Memória genética da água	21,51%	39,78%	10,53%	60,53%	35,71%	35,71%	32,61%	30,43%	18,90%	48,03%
Radiestesia	11,83%	49,46%	18,42%	63,16%	28,57%	35,71%	26,09%	39,13%	14,17%	52,76%

Fonte: Os autores (2024).

Segundo Sagan (1995, p.44) “cada área da ciência tem o seu próprio complemento de pseudociência [...] Os químicos ainda têm a alquimia [...]. A astronomia tem, como sua

pseudociência mais importante, a astrologia - a disciplina que lhe deu origem”. Bunge (1984, p.36) corrobora com isso ao citar que dizer que um campo cognitivo pode ser genuíno ou falso, por exemplo: “matemática e numerologia, astronomia e astrologia, química e alquimia, psicologia e parapsicologia”.

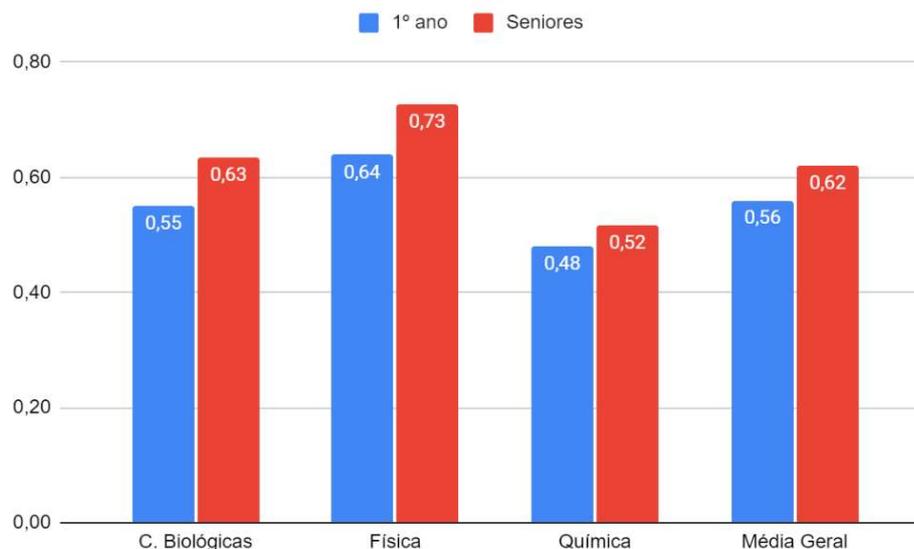
No contexto das teorias e práticas alternativas, a maioria dos estudantes seniores de Ciências Biológicas e Física apresentou um desempenho superior aos do primeiro ano. Em Química, houve quatro situações em que os erros foram mais frequentes, uma em que houve empate e apenas duas em que os índices de acerto foram maiores. No entanto, em todos os casos, houve um aumento no número de acertos ao se considerar os estudantes seniores em relação aos do primeiro ano, embora, no caso do design inteligente e hipnose, a taxa de erro tenha sido superior à de acertos.

5.2.3 Resultados do índice de Alfabetização Científica

Um índice de alfabetização científica pode ser construído com base em diversos domínios específicos. Por exemplo, com base no domínio de conhecimento de princípios científicos fundamentais, na metodologia científica, na compreensão dos conceitos mais amplamente aceitos acerca da natureza da ciência, bem como nas atitudes e valores relacionados à ciência. Vale destacar que não há um índice universalmente aceito, uma vez que a definição depende exclusivamente do contexto específico em que é aplicado, assim como do conjunto particular de habilidades consideradas no processo.

Dessa forma, destaca-se que o índice aqui composto foi baseado na média ponderada entre os índices de conhecimento sobre ciências e pseudociências, estruturados a partir das questões objetivas, respondidas em Escala Likert. Apresentamos abaixo o gráfico com a média para os estudantes do 1º ano e estudantes seniores, de cada curso.

Figura 10 – Escala de Alfabetização Científica por curso e etapa de ensino



Fonte: Autores (2024).

De maneira geral, independente do curso, as médias ampliaram, ao comparar estudantes do 1º ano com estudantes seniores. O curso de Física foi o que teve o maior aumento, saindo de 0,64 pontos médios para 0,73. Embora com escores menores, os estudantes de C. Biológicas tiveram um avanço parecido, de 0,55 para 0,63. Os estudantes de Química também tiveram um avanço, em menor grau, saindo de 0,48 para 0,52, e dessa forma, esses estudantes tiveram médias inferiores às médias gerais.

Quadro 11 - 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: Os autores (2024).

Assim, nota-se um aumento significativo nos percentuais de alunos seniores altamente alfabetizados e bem alfabetizados, em comparação com os do primeiro ano. Os alunos seniores altamente alfabetizados aumentaram de 2,13% para 7,87%, enquanto os bem alfabetizados subiram de 6,38% para 20,47%. Essa mudança é acompanhada por uma diminuição nos índices de alunos moderadamente alfabetizados, que caíram de 63,83% para 48,03%. Isso sugere que parte desses alunos agora se enquadram nas categorias de alto e bom

alfabetismo. Da mesma forma, observou-se uma redução, embora não necessariamente significativa, nos alunos com níveis mais baixos de alfabetização.

Os estudantes de Ciências Biológicas apresentaram médias razoáveis no primeiro ano, com 32% tendo pouco alfabetização, nenhum com baixa alfabetização, 50% moderadamente alfabetizados e 8% classificados como bem ou altamente alfabetizados. No entanto, observou-se uma mudança significativa nos níveis de alfabetização dos estudantes seniores. Agora, quase 31% estão classificados como bem ou altamente alfabetizados, 50% como moderadamente alfabetizados, e o percentual de estudantes com pouco alfabetização diminuiu para 19,1%, mantendo-se em 0% para baixa alfabetização.

Os estudantes de Física demonstraram inicialmente um nível considerável de alfabetização, com 16,7% classificados como bem ou altamente alfabetizados, 75% como moderadamente alfabetizados e apenas 8,3% com pouca alfabetização. Entretanto, houve uma pequena ampliação do grupo de estudantes com pouca alfabetização entre os seniores, de 8,3%, atingindo 11,5%. Por outro lado, o percentual de estudantes moderadamente alfabetizados diminuiu para 42,4%, enquanto o grupo considerado bem ou altamente alfabetizado aumentou significativamente para 46,2%. É importante ressaltar que nenhum aluno foi classificado como tendo baixa alfabetização, assim como na área de Ciências Biológicas.

Para os estudantes de Química, no primeiro ano, nenhum foi classificado como altamente alfabetizado, e essa média permaneceu entre os estudantes seniores. No entanto, houve um aumento para 9,1% dos estudantes seniores sendo considerados bem alfabetizados, em comparação com nenhum no primeiro ano. Em relação aos estudantes moderadamente alfabetizados, a proporção diminuiu de 55,6% no primeiro ano para 48,5% entre os seniores. No grupo de pouco alfabetizados, houve um aumento de 22,2% para 36,4%, enquanto no de baixa alfabetização, a proporção diminuiu de 22,2% no primeiro ano para 6,1% entre os seniores.

5.3 DISCUSSÃO

Iniciamos nossa discussão com os dados obtidos através da escala de conhecimento sobre ciências.

Em relação ao crescimento científico, os estudantes foram questionados se um único experimento é suficiente para validar completamente uma hipótese. No entanto, essa é uma

afirmação equivocada, uma vez que esse processo é mais complexo do que parece. Segundo Bunge (1980), a validade científica não pode ser atribuída apenas à realização bem-sucedida de um único experimento, de modo que, o experimento é um requisito necessário, mas não suficiente por si só para considerar uma hipótese como científica. Como vimos no segundo capítulo desta dissertação, o autor introduz a ideia de que a validação requer não apenas uma evidência empírica, mas também a compatibilidade da hipótese com o conhecimento científico já estabelecido.

Os escores médios dessa questão apontam que pelo menos 3 em cada 4 estudantes compreenderam que um único experimento não é suficiente para validar completamente uma hipótese, de modo que, não há diferenças significativas entre os grupos de estudantes do 1º ano e estudantes seniores. Isso sugere que, independente do nível de experiência acadêmica, os estudantes reconhecem a necessidade de uma abordagem abrangente na validação de hipóteses científicas, evidenciando seu conhecimento sobre esse tema da metodologia científica.

A questão envolvendo o tema criatividade sugeria que os cientistas não têm espaço para a criatividade no processo científico. Já desmistificamos essa ideia anteriormente. A crença de que a ciência rejeita a criatividade constitui um pensamento associado a uma visão rígida (Gil-Pérez et al. 2001). No entanto, segundo Bunge (1980) a ciência é uma atividade complexa e criativa, que necessita de um conjunto de princípios gerais e específicos, mas que não significa que seja um processo meramente mecânico e automático. Além disso, McCommas e seus colaboradores (1998) enfatizam que a criatividade do cientista é uma das características da visão consensual da natureza da ciência nos documentos curriculares internacionais.

Os índices evidenciam que os estudantes tiveram um desempenho razoável nessa questão, com um percentual relativamente superior para os estudantes seniores (0,66) do que para os estudantes do 1º ano (0,62), o que pode indicar uma evolução positiva nessa compreensão ao longo do curso. No entanto, para esta questão, este é um percentual relativamente baixo em ambos os casos, destacando a necessidade de uma ênfase contínua na promoção da compreensão da interação entre criatividade e ciência, não só como um aspecto da natureza da ciência, mas também para que os estudantes se vejam como potenciais contribuidores para o avanço do conhecimento científico.

Os estudantes foram indagados sobre a validade científica de uma ideia com base no fato de ser defendida por um profissional ou cientista. Nas pesquisas de Cadena-Nogales et al.

(2022), Losh e Nzekwe (2011a, 2011b), Karaman (2023) e Onal e Kirmizigul (2021) os autores identificaram que muitos dos professores de ciências da natureza em formação utilizam o critério de autoridade como ferramenta para demarcar um fenômeno científico de um pseudocientífico. No entanto, embora haja uma tendência natural de confiar na palavra de alguém que se diz especialista no assunto, é crucial ressaltar que a credibilidade de uma ideia não é determinada apenas pela posição profissional de quem a defende.

Quando a credibilidade de um argumento é baseada exclusivamente na posição ou fama de uma pessoa, dizemos que ocorreu uma falácia de autoridade. Bunge (1980), ao caracterizar a pseudociência como um campo cognitivo, acrescenta que nesse caso, aceita-se facilmente argumentos de autoridade. Portanto, utilizar essa falácia não faz parte das atitudes e atividades de um cientista (Bunge, 1984). Diante disso, Michael Shermer destaca a importância de que cada indivíduo busque outras fontes de informação, não se baseando exclusivamente na posição profissional de uma pessoa, mas entendendo a verificação pessoal como um elemento essencial na busca pelo conhecimento (Richard Dawkins Foundation for Reason & Science, 2014).

No caso desta questão, os estudantes do 1º ano atingiram um índice de 0,63 e os estudantes seniores 0,695. Isso sugere uma melhoria razoável na compreensão deste tema ao longo do percurso acadêmico, indicando que os estudantes mais experientes estão desenvolvendo uma visão mais crítica em relação à autoridade como critério exclusivo de validade científica.

Os estudantes também foram questionados sobre a validade da informação de que a ciência reconhece o efeito placebo. Esse fenômeno existe, e a metodologia científica deve procurar minimizar a interferência de seus efeitos. Os pesquisadores normalmente fazem isso incluindo grupos de controle, ou seja, pacientes que receberam placebo, e pacientes que receberam o tratamento real. Dessa forma, é possível que um paciente apresente melhoria em seu quadro clínico por meio da confiança de que recebeu o tratamento correto (Pilatti, 2021). Do ponto de vista do combate à pseudociência, um medicamento ou terapia que não é cientificamente comprovado pode beneficiar um indivíduo, em razão do efeito placebo, mas isso não garante que terá efeito em outras pessoas.

No Brasil, como discutido anteriormente, houve o caso da fosfoetanolamina, distribuída sem o status de medicamento, apenas baseado em relatos anedóticos de sucesso. Em 2014, diversas pessoas entraram na justiça a fim de garantir o acesso ao medicamento (Senado Federal, 2015), no entanto, conforme Pilatti (2021), devido ao efeito placebo e à falta de consideração de casos sem sucesso, esses relatos não podem ser considerados como

evidência científica. Portanto, é importante considerar o efeito placebo ao avaliar a eficácia de tratamentos ou substâncias.

No caso desta pesquisa, os estudantes do 1º ano tiveram um índice percentual de acerto de cerca de 0,647 e os estudantes seniores 0,624. Ou seja, independente do nível de experiência acadêmica, um percentual razoável de estudantes tem a compreensão do que é o efeito placebo. No entanto, como os índices permaneceram próximos, é importante ressaltar a necessidade de um aprimoramento, uma vez que o entendimento da metodologia envolvendo efeito placebo e grupos de controle vai além do âmbito da medicina, estendendo-se às diversas disciplinas das ciências da natureza.

Os estudantes foram indagados se um único experimento é suficiente para comprovar ou refutar uma hipótese. Para Bunge (1980) esta é uma alegação falsa, uma vez que o autor considera que a validação completa de uma hipótese requer um conjunto robusto de evidências e, essencialmente, conformidade com o conhecimento científico existente. Um único experimento pode fornecer uma parte desse quebra-cabeças, mas a validação completa demanda um esforço mais abrangente e sistemático ao longo do tempo (Bunge, 1980).

De maneira geral, os estudantes tiveram altos índices nesta questão, sendo que os estudantes do 1º ano tiveram um escore médio de 0,832 e os estudantes seniores 0,837. Esta foi a questão de conhecimento sobre ciências que atingiu o mais alto escore, o que significa que a maioria dos estudantes compreendem a complexidade envolvida na validação de uma hipótese.

Os estudantes foram questionados se é importante para a ciência que as hipóteses sejam falseáveis, ou seja, possíveis de serem refutadas. Para o filósofo Karl Popper, uma teoria nunca deve deixar de ser falsificável, pois sempre deve ser possível submetê-la a novos testes, a fim de garantir o progresso científico (Laux, 2012; Silveira, 1996). Dessa forma, o falseacionismo é uma importante ferramenta para identificar pseudociências, pois estabelece que toda teoria científica deve ser formulada de maneira a permitir testes que, se não confirmados, possam refutá-las.

Os estudantes tiveram um desempenho razoável nesta questão, com um escore de 0,659 para os estudantes do 1º ano e 0,65 para os estudantes seniores. Esperava-se que esses últimos tivessem um desempenho melhor, devido ao contato com o tema durante as aulas de História e Filosofia da Ciência. Ou seja, é importante notar que o entendimento razoável em ambos os grupos sugere uma compreensão básica da importância do falseacionismo na prática científica, de modo que, é necessário reforçar os conceitos filosóficos fundamentais ao longo dos cursos.

Outra afirmação apresentada foi a de que toda observação é influenciada por uma teoria. Gil Pérez e seus colaboradores (2001) enfatizam que a ideia de que a observação é neutra se caracteriza como uma visão deformada sobre a natureza da ciência. Os autores a caracterizam no escopo da visão empírico-indutivista, ou seja, uma visão rígida, dogmática e descontextualizada. McCommas e seus colaboradores (1998) corroboram a ideia ao afirmar que não faz sentido pensar em uma coleta de dados sem a influência e expectativas teóricas. No caso dos sujeitos dessa pesquisa, em ambos os grupos, tanto estudantes do 1º ano, como estudantes seniores, o escore médio foi de 0,63, que pode ser considerado razoável. No entanto, sugere que esse conceito da metodologia científica precisa ser reforçado ao longo do curso.

Por fim, a última afirmação mencionava que os cientistas reconhecem como “milagre” um fenômeno de cura que não foi possível explicar com o conhecimento científico atual. Essa questão poderia facilmente ser estendida também a explicações espirituais paranormais. Aceitar essa informação seria o mesmo que contradizer o crescimento e o progresso científico. Apesar disso, os estudantes do 1º ano tiveram um escore médio de 0,39 e os estudantes seniores de 0,486. Isso indica a necessidade de promover o pensamento crítico e científico para evitar explicações sobrenaturais ou pseudocientíficas.

Uma análise que revele o conhecimento sobre ciências dos estudantes deve englobar diversos tópicos sobre metodologia científica e natureza da ciência para fornecer uma visão global sobre esse entendimento. No entanto, nesta pesquisa, o foco principal é a identificação de pseudociências, portanto, selecionamos especificamente aquelas características relacionadas a este tema. De maneira geral, houve um aumento geral nos escores médios, ainda que não seja um aumento significativo. Questões relacionadas à relação entre ciência e criatividade, validação científica por autoridade e compreensão do efeito placebo necessitam de ênfase contínua e reforço conceitual. Deste modo, é importante que as abordagens pedagógicas no ensino superior não apenas transmitam conhecimentos específicos, mas também promovam o pensamento crítico, a compreensão da natureza da ciência e a aplicação adequada do método científico.

Seguimos nossa discussão com os dados obtidos através da escala de conhecimento sobre pseudociências.

Com base na escala de conhecimento sobre pseudociências, foi possível dividi-la em três categorias principais. A primeira denomina-se “crenças espirituais ou paranormais”, e, esta primeira categoria apresentava diversos tópicos relacionados ao contexto de crenças sobre tópicos espirituais ou paranormais. Resultados de uma pesquisa do Instituto Datafolha

em 2019 mostram que, no contexto brasileiro, 66% dos entrevistados acreditam no potencial curativo da "energia espiritual". Algo semelhante foi identificado no estudo de Yates e Chandler (2000), que evidenciou que um alto número de professores de ciências em formação acreditam em eventos paranormais, tais como mediunidade e reencarnação, e que a aceitação destas crenças está associada a uma atitude menos positiva em relação à ciência. No entanto, Bunge (2001) alerta que, uma das características típicas de uma pseudociência é justamente que invocam entidades imateriais ou sobrenaturais, que são inacessíveis à experimentação, e cujos proponentes demonstram uma propensão a credulidade quando suas crenças são submetidas a testes.

Algumas das pseudociências associadas às crenças espirituais ou paranormais são citadas por Shermer (2002). Segundo o autor, o modelo de chakras propõe centros de energia para explicar doenças através de desequilíbrios emocionais, carecendo de validação científica, pois não interage com os conhecimentos da medicina moderna. Apesar disso, mais de um terço dos estudantes de Química não considerou pseudocientífica a alegação de que, para se evitar doenças, é necessário estar com os chakras alinhados. Nesse caso, os estudantes de Física atingiram uma porcentagem de sucesso de cerca de 79% e os estudantes de C. Biológicas de 44%. Considerando apenas os grupos de estudantes por série, houve um avanço no número de acertos dos estudantes do primeiro ano (cerca de 37%) para os estudantes seniores (54,33%).

Já sobre os cristais, o trabalho de Pujalte (2021), cujos sujeitos são 43 professores de biologia em formação, identificou que esses acadêmicos têm fortes crenças nessas pedras de cura, apesar de não haver evidências científicas que apoiem essas crenças. Em nossa pesquisa, ao serem questionados se há cristais na natureza que ativam um suposto campo energético, os estudantes do 1º ano tiveram uma taxa de acerto de quase 37%, e os estudantes seniores de 48%, indicando uma melhora ao longo do curso. O curso específico de C. Biológicas e Física tiveram um índice maior de acertos, respectivamente, 43% e 71%. Já o curso de Química teve uma taxa de erro de 28,57% e de acerto de 26,19%.

Sobre o tema cura pela fé, cerca de 25% dos estudantes em geral concordaram que muitas doenças surgem pelo desequilíbrio espiritual, e portanto, um tratamento eficiente para esses casos é a cura pela fé. No entanto, em todos os três cursos, houve um índice maior de estudantes que obtiveram sucesso na identificação desse tópico como pseudocientífico. Vale destacar que, do público que concordou com a questão, 95,4% se consideram religioso ou espiritualizado. No entanto, 40,5% desse mesmo público não concordou com a alegação. Deste modo, há uma diversidade de perspectivas até mesmo entre aqueles que compartilham a

mesma base religiosa ou espiritual, apesar de que, a espiritualidade pode ter sido um fator potencial para a crença nesta afirmação

A respeito da cura quântica, questionou-se se os princípios da Física Quântica integram Ciência e Espiritualidade, e portanto, fornecem uma base científica objetiva para a Cura Quântica. Os estudantes do 1º ano tiveram um índice de acertos de 36,96%, que ampliou para 56,69% para os estudantes seniores. O curso de C. Biológicas e Química tiveram uma taxa de acerto próxima de 41%, enquanto os estudantes de Física chegaram a 89,47%. Já quando o cenário foi alterado para a afirmação de que há uma relação entre a Física Quântica e a força do pensamento, isto é, que os princípios da Física Quântica permitem criar com a força do pensamento a realidade que deseja-se, houve o mesmo índice de acertos de 36,96% para os estudantes do 1º ano. No entanto, dessa vez os estudantes seniores tiveram uma taxa de acerto de 51,18%.

As demais questões, envolvendo energia vital, seu oposto, a energia negativa e o Reiki têm um mesmo elemento em comum: a crença na existência de uma energia que pode ser utilizada para promover a cura e o bem-estar. O Reiki, em específico, é uma terapia holística que utiliza essa suposta energia, e, como dito anteriormente, integra um dos 29 procedimentos oferecidos pelo Sistema único de Saúde (SUS), por meio da Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares. A afirmação neste caso, era a de que esta prática é validada pela ciência, pois é oferecida pelo SUS.

No caso da energia vital e energia negativa, os estudantes seniores tiveram um índice maior de acertos do que os estudantes do 1º ano, que se estende também aos cursos específicos. Já no caso do Reiki, a taxa de erros e acertos de ambos os grupos teve pouca alteração. Desta forma, há um fator contraditório, uma vez que o Reiki se fundamenta na noção de energia vital. No entanto, considerando que na afirmação do Reiki há um critério de autoridade, a associação desta prática com a validação pelo SUS pode criar uma espécie de efeito de legitimidade e credibilidade, levando os estudantes a aceitar sua eficácia, mesmo que discordem de seu fundamento.

A segunda categoria agrupa práticas medicinais que estão disponíveis no SUS, e outras que não estão, mas que são usadas como prática alternativa aos métodos convencionais de medicina. Em todos os casos, os estudantes seniores tiveram índices superiores de acerto, comparado aos alunos do primeiro ano. No entanto, em casos como a acupuntura, fosfoetanolamina e amigdalina e iridologia, em ambos os níveis, os estudantes tiveram uma porcentagem maior de erro.

Segundo a portaria nº 971, aprovada em 03 de maio de 2006, “a acupuntura é uma tecnologia de intervenção em saúde que aborda de modo integral e dinâmico o processo saúde-doença no ser humano, podendo ser usada isolada ou de forma integrada com outros recursos terapêuticos” (Ministério da Saúde, 2006). Segundo a portaria, a técnica consiste em usar agulhas para estimular pontos específicos do corpo.

Shermer (2002) critica a acupuntura, principalmente a sua fundamentação metafísica e a prevalência de práticas baseadas em teorias não comprovadas cientificamente, como é o caso da energia vital e dos meridianos, que comentamos anteriormente. Por razões semelhantes, Felipe (2021), argumenta que a Medicina Tradicional Chinesa (MTC), incluindo a acupuntura, necessita de mais evidências, e que é necessário considerar a sua coerência teórica e compatibilidade com os princípios científicos. Shermer (2002) e Felipe (2021) indicam que, estudos mais recentes, incluindo mecanismos neuroquímicos envolvidos, sugerem um grau de sucesso empírico, de modo que, a avaliação crítica da acupuntura, depende especificamente de saber sobre a base em que se está utilizando.

A afirmação apresentada aos estudantes que participaram de nossa pesquisa, enfatizava que a acupuntura é considerada um Patrimônio Imaterial da Humanidade pela UNESCO, e é oferecida pelo SUS, por esta razão, seria uma prática cientificamente eficaz no tratamento de vários problemas de saúde. Os estudantes de C. Biológicas tiveram uma taxa de erro de 43%, enquanto os estudantes de Química chegaram a quase 55%. Os estudantes de Física tiveram um índice maior de sucesso (36,84%), no entanto, mais de 26% dos estudantes concordaram com a afirmação. Em uma análise geral sobre a etapa de ensino, embora em ambos os casos a taxa de erro prevaleceu, percebe-se que ela diminuiu para os estudantes seniores, e, analogamente, a taxa de acerto subiu de 10,87% para 22,83%, indicando que os estudantes seniores tiveram uma compreensão maior sobre este tópico.

Outra prática incluída no SUS é a homeopatia. Esta prática foi analisada nos trabalhos de Ibarluzea (2017) e .Uskola (2016), de onde identificou-se que muitos estudantes acreditam na eficácia desses produtos, apesar da falta de evidências científicas. Em certo modo, os estudantes do 1º ano tiveram uma taxa de sucesso de 28,36%, que evolui para 43,41% com os estudantes seniores. No entanto, para ambos os grupos, a taxa de erro foi próxima de 26%. Analisando os cursos em específico, os estudantes de C. Biológicas tiveram uma taxa de sucesso de 37,63%, os estudantes de Física chegaram a 63,16%, e os estudantes de Química, apenas 11,90%.

Os estudantes também foram questionados sobre a validação científica da amigdalina (também conhecida como vitamina B07) e a fosfoetilonamina (C₂H₈N₀4P) como tratamento

para qualquer tipo de câncer. Já exploramos o caso das controvérsias envolvendo a fosfoetanolamina em capítulos anteriores. Essa questão foi desafiadora aos estudantes, apesar de que, na dúvida, os estudantes tinham a opção de selecionar a alternativa “não entendi”. Apesar disso, todos os cursos tiveram uma taxa superior de erro, embora em Física, a taxa de erro e sucesso permaneceu igual (cerca de 31%). Quando pensada previamente, a questão direcionava-se aos estudantes de química, uma vez que aborda o uso de substâncias químicas, e de controvérsias nessa área. No entanto, este curso teve a maior taxa de erro, chegando a 45,24% contra 11,90% de taxa de sucesso. Apesar dos resultados preocupantes, houve um avanço de 13% para 25% entre os estudantes do 1º ano e estudantes seniores.

Os estudantes também foram questionados sobre tratamentos com base em auto-hemoterapia, iridologia e ozonioterapia, que são práticas consideradas alternativas e pseudocientíficas. A auto-hemoterapia tem índices superiores de acerto em todos os cursos, de modo que avançou de 28,26% para 35,43% considerando estudantes do 1º ano e seniores. Apesar disso, os números são relativamente baixos. A iridologia teve índice superior de erro em C. Biológicas (30,11% contra 26,88%) e Química (40,48% contra 11,90%), e índice superior de sucesso em Física (36,84% contra 26,32%). Já a Ozonioterapia teve índice superior de sucesso em C. Biológicas (37,63% contra 20,43%) e Física (50% contra 13,16%) e índice superior de erro em Química (40,48% contra 16,67%). Apesar disso, nos três casos, os estudantes Seniores de saíram melhores nessa demarcação, do que os estudantes do 1º ano.

Os estudantes foram questionados se, sempre é melhor buscar um meio termo entre os medicamentos recomendados pelos médicos e as terapias alternativas recomendadas pelos amigos e familiares, uma vez que se bem não fazem, mal também não fazem. Essa linha de raciocínio é conhecida como apelo à inação, que defende uma ação sem evidências, porque a inação parece segura, podendo resultar em decisões prejudiciais na área da saúde. Nessa questão, todos os cursos tiveram taxa superior de acerto, no caso da Física, chegando a 84% de sucesso. No entanto, o curso de Química teve um alto índice de taxa de erro, chegando a quase 31%.

Os estudantes foram questionados se um tratamento de saúde é baseado no uso de substâncias naturais, então nunca há a possibilidade de ser prejudicial, sendo sempre benéfico. Esta linha de raciocínio é conhecida como apelo ao natural. Esta foi a questão com a maior taxa de acerto para os três cursos, sendo 72,04% em C. Biológicas, 86,84% em Física e 57,14% em Química. De modo que, os estudantes reconhecem que, o uso do apelo à natureza nem sempre é sinônimo de segurança ou eficácia em termos de tratamento de saúde.

A terceira categoria denomina-se “teorias e práticas alternativas”. Segundo Shermer (2002, p.201), a alquimia é “uma abordagem muito antiga e mística na qual várias substâncias eram misturadas com o objetivo de produzir ouro, é inconsistente com os princípios básicos da ciência física e nunca resultou na produção efetiva de ouro”. Dessa forma, a alquimia desempenhou um papel significativo na história do desenvolvimento da química e da ciência em geral, no entanto, à medida que a metodologia científica avançou, a alquimia deu lugar à química moderna, uma disciplina baseada em evidências e métodos científicos.

A questão apresentada aos estudantes questionava se é possível realizar a transmutação de um elemento químico em outro, como no caso dos metais inferiores, como chumbo, que podem tornar-se metais nobres (particularmente, ouro), conforme os princípios da alquimia, que são validados cientificamente. Como vimos anteriormente, esta é uma afirmação que traz afirmações falsas. De maneira geral, os estudantes do 1º ano e seniores tiveram uma média próxima de erro (de 23,91% para 24,41%), no entanto, houve um pequeno avanço no índice de sucesso (de 34,78% para 42,52%). No caso dos cursos em específico, os cursos de C. Biológicas (E:18,28% e A:36,56%) e Física (E:15,79% e A:63,16%) tiveram uma taxa superior de sucesso. Já o curso de Química (E:45,24% e A:28,57%) apresentou uma taxa superior de erro.

No caso da Astrologia, os estudantes foram questionados se a astrologia é uma ciência, e os mapas astrológicos auxiliam na compreensão das personalidades das pessoas e na previsão de fenômenos futuros. Os estudantes, independente do curso, tiveram uma taxa superior de sucesso, sendo C. Biológicas (E:16,13% e A:54,84%), Física (5,26% e 86,84%) e Química (26,19% e 47,62%). Analogamente, os estudantes sênior tiveram taxas menores de erro (de 19,57% para 14,96%) e maiores de acerto (de 52,17% para 62,99%).

Sobre o Design Inteligente, os cursos de Ciências Biológicas (Erro: 39,78%, Acerto: 34,41%) e Química (Erro: 52,38%, Acerto: 19,05%) demonstraram uma taxa de erro superior, enquanto Física (Erro: 26,32%, Acerto: 42,11%) teve uma taxa de acerto mais alta. Outras questões relacionadas à hipnose, memória química da água e radiestesia foram apresentadas aos estudantes, explorando práticas e teorias carentes de uma base científica sólida. A hipnose foi amplamente aceita por estudantes de todos os cursos como um método eficaz para acessar "estados mentais superiores". A memória química da água obteve um índice de concordância similar ao de discordância entre os estudantes do curso de Química, enquanto na maioria dos outros cursos, a maioria dos estudantes não concordou com essa teoria. Por outro lado, a radiestesia, utilizada como uma ferramenta para detecção de elementos naturais e doenças,

recebeu uma taxa significativamente maior de discordância em comparação com outras práticas, em todos os grupos de estudantes.

Por fim, a despeito do índice de alfabetização científica, os resultados apresentados evidenciam uma tendência geral de melhoria na alfabetização científica dos estudantes ao longo dos anos de estudo em Ciências Biológicas, Física e Química. Inicialmente, os estudantes de Ciências Biológicas mostraram médias razoáveis no primeiro ano, com uma parcela significativa classificada como moderadamente alfabetizada. No entanto, observou-se uma mudança positiva nos níveis de alfabetização dos estudantes seniores, com um aumento notável no percentual de alunos classificados como bem ou altamente alfabetizados.

Da mesma forma, os estudantes de Física apresentaram um nível considerável de alfabetização inicial, embora tenha havido um pequeno aumento no grupo de estudantes com pouca alfabetização entre os seniores. No entanto, é encorajador notar que o percentual de estudantes considerados bem ou altamente alfabetizados aumentou significativamente, indicando uma melhoria geral.

Por outro lado, os resultados dos estudantes de Química revelam uma situação mais complexa, com mudanças tanto positivas quanto negativas nos níveis de alfabetização ao longo dos anos. Embora tenha havido um aumento no percentual de estudantes considerados bem alfabetizados entre os seniores, também houve um aumento no grupo de pouco alfabetizados.

Em suma, esses dados ressaltam a importância de monitorar de perto o progresso dos estudantes em relação à alfabetização científica e identificar áreas que necessitam de intervenção para melhorar a compreensão dos conceitos científicos. Estratégias educacionais direcionadas podem ser implementadas para fortalecer as habilidades dos alunos e garantir um maior domínio dos princípios fundamentais em cada disciplina.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tecer as considerações finais nos remete a olharmos para trás e refletirmos como essa trajetória foi construída. Nosso objetivo inicial foi identificar a percepção de professores de Ciências da Natureza em formação sobre a natureza da ciência e suas capacidades de avaliar afirmações pseudocientífica. Para isso, realizamos um questionário online que foi enviado para diversas instituições públicas de ensino superior de todo o Brasil. A seguir, apresentaremos um resumo das nossas descobertas, bem como as limitações do estudo e recomendações para pesquisas futuras.

Em relação aos sujeitos da pesquisa, obtivemos respostas de 173 estudantes de cursos presenciais de licenciatura em Ciências Biológicas (N=93), Física (N=38) e Química (N=42) de instituições públicas estaduais e federais brasileiras. Predominantemente jovens, a maioria se enquadra na faixa etária de 21 a 25 anos, com uma distribuição equilibrada entre homens e mulheres (para o caso de não se considerar os cursos específicos). As regiões sul e sudeste do Brasil concentram a maioria dos participantes. Quanto à religiosidade, há diversidade de crenças, com uma parcela superior de estudantes que se consideram religiosos ou espiritualizados. Os estudantes estão engajados em atividades acadêmicas além do ensino, como pesquisa e extensão, demonstrando familiaridade com a metodologia científica.

Para se informar sobre ciências, os estudantes de licenciatura em Ciências da Natureza preferem predominantemente meios formais, como artigos científicos e livros. No entanto, há uma notável adesão às redes sociais, como Instagram e Youtube, indicando uma busca por abordagens informais e contemporâneas. Além disso, esses estudantes demonstram interesse em diversos temas científicos, com predominância de temas em suas próprias áreas de estudo. Temas amplos, como Ciências em Geral, despertam interesse significativo, indicando certa apreciação pela ciência. No entanto, destacamos a relevância da formação específica em História e Filosofia da Ciência, para alinhar o interesse dos estudantes com uma compreensão crítica da ciência.

Em resumo, os resultados da pesquisa revelam uma compreensão geral dos estudantes sobre temas relacionados à ciência e pseudociência. No que diz respeito à ciência, os estudantes demonstraram um bom entendimento da importância da validação científica, da criatividade na prática científica e da necessidade de uma abordagem crítica em relação às autoridades e às afirmações sem fundamentos científicos. Quanto à pseudociência, os resultados indicam uma variedade de percepções e níveis de entendimento entre os estudantes, com alguns demonstrando uma compreensão crítica das práticas pseudocientíficas, enquanto

outros ainda aceitam essas práticas sem questionamento. Esses resultados destacam a importância de uma educação científica contínua e do desenvolvimento do pensamento crítico entre os estudantes, a fim de promover uma compreensão mais sólida da ciência e uma maior capacidade de discernimento em relação às pseudociências.

Os resultados revelam uma tendência de melhoria na alfabetização científica dos estudantes de Ciências Biológicas, Física e Química ao longo dos anos de estudo, com um aumento notável no número de alunos considerados bem ou altamente alfabetizados, especialmente entre os seniores. Embora os estudantes de Ciências Biológicas e Física tenham mostrado um progresso consistente, os resultados em Química são mistos, com tanto avanços quanto retrocessos nos níveis de alfabetização. Este estudo destaca a necessidade de monitorar de perto o desenvolvimento dos estudantes e implementar estratégias educacionais específicas para melhorar a compreensão dos conceitos científicos em todas as disciplinas.

Neste estudo, como é inerente de pesquisas acadêmicas envolvendo seres humanos, apresentamos algumas limitações que merecem consideração. Em primeiro lugar, a representatividade da amostra em termos do número de respostas obtidas. Embora o número de participantes seja considerado razoável (N=173), reconhecemos que uma amostra mais extensa possibilitaria análises mais detalhadas, bem como, análises mais específicas, no sentido de averiguar possíveis estatísticas comparando sujeitos por sexo, idade, região do Brasil, religiosidade, etc. No entanto, o contato com as universidades e departamentos foi uma atividade complexa, principalmente para instituições situadas nas regiões norte e nordeste.

Outra limitação se refere às especificidades da própria pesquisa. Os sujeitos devem estar regularmente matriculados em instituições de ensino público e em modalidade presencial. Essa escolha foi delimitada por ser um estudo exploratório, além de entendermos que esses sujeitos enfrentam desafios diferentes daqueles que estão em instituições privadas, ou em modalidade remota. No entanto, caso o objetivo de um futuro trabalho seja averiguar como essas percepções interferem na prática em sala de aula, uma pesquisa mais abrangente e que engloba diversas modalidades pode ser mais eficiente para determinar uma possível resposta.

Além disso, é importante reconhecer que, em março do ano de 2020, em decorrência da pandemia de COVID-19, diversas instituições que ofereciam aulas presenciais foram fechadas, e passaram a ofertar aulas através do ensino remoto emergencial. Algumas instituições voltaram a ter aulas presenciais apenas no ano seguinte. Dessa forma, embora não seja possível medir, neste estudo, a interferência desse acontecimento nos resultados, é

necessário reconhecer que grande parte dos sujeitos vivenciou na prática este momento, que pode ter afetado negativamente a continuidade do aprendizado e desenvolvimento acadêmico.

Para as futuras pesquisas, recomenda-se uma amostra mais ampla, abrangendo diversas instituições e modalidades de ensino. Além disso, um estudo longitudinal que acompanhe o desenvolvimento dos estudantes desde o primeiro até o último ano seria valioso para uma compreensão mais aprofundada, bem como por meio do uso de intervenções pedagógicas.

Analisando o excesso de crenças pseudocientíficas neste público em específico, ou seja, sujeitos que em um futuro próximo atuarão como professores em sala de aula, não podemos deixar de questionar sobre as interferências da falta de habilidade em identificar tópicos pseudocientíficos em seu cotidiano docente. Ou seja, se esses sujeitos enfrentam desafios ao discernir alegações pseudocientíficas, surge a questão sobre quais estratégias serão empregadas quando estes assuntos emergirem em sala de aula. Este é um questionamento que nos intriga, contudo, demanda uma investigação mais abrangente para ser plenamente compreendido. Diante dessa demanda, mantemos o nosso desejo de dar continuidade ao tema, quiçá em um doutorado.

REFERÊNCIAS

- ARANHA, M. L. A.; MARTINS, M. H. P. **Filosofando**: introdução à filosofia. São Paulo: Moderna, 1993.
- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuições para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução: Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BUNGE, M. **Dicionário de Filosofia**. Tradução: Gita K. Guinsburg. São Paulo: Perspectivas, 2002.
- BUNGE, M. **Epistemologia**: Curso de atualização. Tradução: Claudio Navarra. 2. ed. São Paulo: T.A. Queiroz: Editora da Universidade de São Paulo, 1987.
- BUNGE, M. What Is Pseudoscience? **Skeptical Inquirer**, v. 9, n. 1, p.36-46, 1984. Disponível em: <https://skepticalinquirer.org/1984/10/what-is-pseudoscience>. Acesso em: 08 mar. 2023.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências**: tendências e inovações. 10. ed. São Paulo: Cortez (Coleção Questões da Nossa Época; v.28), 2011.
- CHALMERS, A. F. **O que é Ciência afinal?** Tradução: Raul Filker. 2. ed. São Paulo: Brasiliense, 1993.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, ANPEd, n. 26, v.1, p.89-100, 2003.
- CORDERO, A. Mario Bunge's scientific realism. **Science & Education**, v. 21, n.1, p. 1419-1435, 2012. Disponível em: <https://philpapers.org/rec/CORMBS>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- CUPANI, A. O.; PIETROCOLA, M.. A relevância da epistemologia de Mario Bunge para o ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. Especial, p. 100-125, 2002.
- DEMO, P. Educação científica. **Revista de Educação Profissional**, v. 36, n.1, p. 15-25, 2010.
- EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia das ciências na educação científicade nível superior. In: SILVA, C. C. (Org.). **História e Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências**: DaTeoria à Sala de Aula. São Paulo: Livraria da Física. p. 3-21, 2006.
- GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n.1, p. 125-153, 2001.
- GRANT, M. J.; BOOTH, A. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. **Health Information and Libraries Journal**, v. 26, n. 2, p. 91-108, 2009.

GROVE, J. W. **Rationality at Risk: Science against Pseudoscience**. Minerva: Springer, v. 23, p. 216-240, 1985. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01099943>. Acesso em 08 mar. 2023.

GUARNIERI, P. V. et al. História e filosofia da ciência na educação básica: reflexões a partir da Base Nacional Comum Curricular. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 2, p. 331-356, 2021.

HANSSON, S. O. Science denial as a form of pseudoscience. **Studies in History and Philosophy of Science Part A**, v. 63, n.1, p. 39-47, 2017.

HANSSON, S. O. Science and Pseudo-Science. In: ZALTA, E. (ed). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2021/entries/pseudo-science/>. Acesso em: 22 fev. 2023.

HOUAISS, A. “Pseudociência”. In: **Dicionário Houaiss de Língua Portuguesa [online]**. Disponível em: <https://houaiss.uol.com.br/>. Acesso em: 15 ago. 2023.

KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M. **Visões de ciências e sobre cientista entre estudantes do ensino médio**. Química nova na escola, v. 15, n.1, p. 11-18, 2002.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1978.

LEDERMAN, N. G.; LEDERMAN, J. S.; ANTINK, A. **Nature of Science and Scientific Inquiry as Contexts for the Learning of Science and Achievement of Scientific Literacy**. v. 1, n. 3, p. 138-147, 2013.

LAUX, E. R. T. **O problema da indução de Hume a Popper: A confiabilidade da ciência na visão de Hume e Popper, tendo por base a questão da indução**. São Leopoldo: Controvérsia, v. 8, n. 1, p. 12-21, jan-abr. 2012.

LAKATOS, I. **La Metodología de los Programas de investigación científica**. Madrid: Alianza, 1989.

LEDERMAN, N. G; LEDERMAN, J. S;. ANTINK, A. A. Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. **International Journal of Education in Mathematics**, v. 1, n. 3, p. 138-147, 2013. Disponível em: <http://www.ijemst.net/index.php/ijemst/article/view/45>. Acesso em: 22 fev. 2023.

LUGG, A. **Bunkum, Flim-Flam and Quackery: Pseudoscience as a Philosophical Problem**. Dialectica, v. 41, n. 1, p. 221-230, 1987.

MAHNER, M. Demarcating Science from Non-Science. In: KUIPERS, T. (ed.) **Handbook of the Philosophy of Science: General Philosophy of Science – Focal Issues**. Amsterdam: Elsevier, 2007. p. 515-575.

MARTINS, A. F. P. História, filosofia, ensino de ciências e formação de professores: desafios, obstáculos e possibilidades. **Educ. Teoria Prática**, [S. l.], v. 22, n. 40, p. 05-25, 2012.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.

MATTHEWS, M. S. H., filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MCCOMAS, W. F; OLSON, J. K.: The nature of science in international science education standards documents, In: MCCOMAS, W. F. (ed.): **The nature of science in science education: Rationales and Strategies**. v.5, n. 1, p. 41–52, 2002.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Saúde de A a Z - PICS (Práticas Integrativas e Complementares em Saúde)**. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/p/pics>>. Acesso em: 22 de agosto de 2023.

MOROSINI, M. C; FERNANDES, C. M. B. **Estado do Conhecimento: conceitos, finalidades e interlocuções**. Educação Por Escrito, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 154-164, jul.-dez. 2014.

OLIVEIRA, D. R. A. Mario Bunge, 100 anos: um filósofo contra a pseudociência. **Revista Questão de Ciência**. 2019. Disponível em: <https://www.revistaquestaoodeciencia.com.br/dossie-questao/2019/09/19/mario-bunge-100-anos-um-filosofo-contra-pseudociencia>. Acesso em: 20 ago. 2023.

ORSI, C. Astrologia, ciência, grana e morte. **Revista Questão de Ciência**. 2019. Disponível em: <https://www.revistaquestaoodeciencia.com.br/apocalipse-now/2019/09/13/astrologia-grana-marketing-e-morte>. Acesso em: 20 ago. 2023.

ORSI, C. Survey: Beliefs in science and pseudoscience in Brazil. **Revista Questão de Ciência**. 2019. Disponível em: <https://revistaquestaoodeciencia.com.br/index.php/english/2019/05/23/survey-beliefs-science-and-pseudoscience-brazil>. Acesso em: 20 ago. 2023.

PASTERNAK, N. **A Ciência brasileira e a Síndrome de Cassandra**. TEd -USP: São Paulo, 2017. Disponível em: https://www.ted.com/talks/natalia_pasternak_a_ciencia_brasileira_e_sindrome_de_cassandra?language=pt-br. Acesso em: 04 de Ago. 2023.

PASTERNAK, N. **O SUS contra a ciência: Silêncio e omissão da comunidade científica sobre certas ‘terapias’ poderá ceifar vidas**. O Estado de São Paulo. 2018.

PECCI, M. G. **Visões deformadas de professores e futuros professores sobre a natureza da Ciência: uma revisão da bibliografia atual**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/14784>. Acesso em: 03 de mar. 2023.

PILATTI, R. **Ciência e Pseudociência: Por que acreditamos naquilo que queremos acreditar**. São Paulo: Contexto, 2018.

POPPER, K. **A lógica da pesquisa científica**: Tradução: Leonidas Hegenberg e Octanny Silveira da Mota. 3. ed. São Paulo: Cultrix, 1972.

ROMANOWSKI, J. P. **As licenciaturas no Brasil: um balanço das teses e dissertações dos anos 90**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002

ROMANOWSKI, J. P; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação. **Diálogos Educacionais**, Curitiba, v. 6, n.19, p.37-50, set./dez. 2006.

SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios**: a ciência vista como uma vela no escuro. Tradução: Rosaura Eichemberg. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

SCHAPPO, M. G. (org.). **Armadilhas camufladas de Ciência**: mitos e pseudociências em nossas vidas. 1. ed. Rio de Janeiro: Autografia, 2021.

SHERMER, M. **The skeptic encyclopedia of pseudoscience**. Abc-clio, 2002.

SILVEIRA, F. L. **A filosofia da ciência de Karl Popper**: O racionalismo crítico. Florianópolis: Caderno de Ensino de Física, v. 13, n. 3, p.197-218, dez. 1996.

SYED, W. A. P. Por que criticar medicinas alternativas? **Revista Questão de Ciência**. 2020. Disponível em: <https://www.revistaquestaodeciencia.com.br/artigo/2020/06/12/por-que-criticar-medicinas-alternativas>. Acesso em: 10 jul. 2023.

Wellcome Global Monitor. How Does the World Feel about Science and Health? Disponível em: <https://wellcome.org/sites/default/files/wellcome-global-monitor-2018.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.

WESTPHAL, M; PINHEIRO, T. C. A Epistemologia de Mario Bunge e sua contribuição para o ensino de ciências. **Revista de Educação Pública**, v. 24, n. 55, p. 55-73, 2015.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado(a) licenciando(a);

Você está sendo convidado(a) a participar da presente pesquisa, realizada pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), sobre a alfabetização científica de futuros professores de Ciências da Natureza, e tem como pesquisador responsável o mestrando **Gabriel da Silva Lima**, sob orientação do **Professor Doutor José Tadeu Teles Lunardi** e coorientação da **Professora Doutora Ana Lucia Pereira**, da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

Sua participação ocorrerá por meio das respostas em um questionário. O questionário possui 19 questões, divididas em 4 seções. O tempo médio de resposta desse questionário é de 20 minutos. Os riscos pela sua participação são mínimos, por exemplo, se sentir desconfortável ao responder uma questão sobre sua vida pessoal e privada, além de ter que despende certo tempo para responder o questionário. Em caso de desconforto, você pode desistir de participar da pesquisa, sem precisar apresentar justificativas. A participação na pesquisa não trará benefícios diretos a você, no entanto, proporcionará o desenvolvimento de estudos empíricos sobre o Ensino de Ciências.

Lembre-se:

1. As informações fornecidas serão consideradas confidenciais e codificadas para este fim. O anonimato total será garantido;
2. Esta pesquisa possui caráter restrito à pesquisa acadêmica, sendo, portanto, utilizada apenas para divulgação científica por meio da elaboração de uma dissertação e possíveis artigos;
3. É importante que você responda todas as questões. Lembre-se: não existem respostas certas ou erradas;
4. Sua participação é voluntária, portanto, a qualquer momento você poderá deixar de participar do estudo, sem precisar apresentar justificativas.

Em caso de dúvidas ou sugestões, entre em **contato** com os responsáveis:

Mestrando Gabriel da Silva Lima

E-mail: limagabrielpg@gmail.com

Fone: (42) 9 9947-5594

Orientador: José Tadeu Teles Lunardi

E-mail: email@gmail.com

Fone: (42) 9 0000-0000

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa

UEPG - Campus Uvaranas, Bloco M, sala 100 - Ponta Grossa/PR

E-mail: propespsecretaria@uepg.br

Fone: (42) 3220-3282

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

Seção 1: Dados Pessoais

Nome: _____

Idade: _____

Sexo: () Feminino () Masculino () Prefiro não dizer

Instituição de Ensino Superior que você estuda: _____

Estuda Licenciatura na área de: () Biologia () Física () Química

Ano ou semestre que está cursando atualmente:

- () 1º ano (1º ou 2º semestre)
- () 2º ano (3º ou 4º semestre)
- () 3º ano (5º ou 6º semestre)
- () 4º ano (7º ou 8º semestre)
- () 5º ano (9º ou 10º semestre)

Das atividades acadêmicas abaixo, marque aquelas que você já participou/realizou:

- () Apresentação de trabalhos em eventos científicos
- () Estágio Curricular Supervisionado
- () Iniciação Científica
- () Monitoria
- () Participação em Grupos de Estudo ou Pesquisa
- () PIBID
- () Residência Pedagógica
- () Pós-Graduação ou Especialização
- () Produção e publicação de artigos científicos
- () Projeto de extensão
- () Outra Graduação

Quais os três principais meios de informação que você utiliza para se informar sobre o tema CIÊNCIA, de acordo com a frequência de uso?

(Exemplos: Blogs, Facebook, Instagram, Jornal físico, Jornal digital, Livros didáticos, Livros (tema geral), Periódicos científicos (qual?), Buscadores eletrônicos (qual?), Rádio, Televisão, Twitter, Youtube...)

Selecione a opção que mais se aproxima da sua realidade:

- () Sou religioso e acompanho as cerimônias frequentemente
- () Sou religioso e acompanho as cerimônias ocasionalmente
- () Sou religioso, mas não acompanho as cerimônias
- () Não possuo religião, porém me considero uma pessoa espiritualizada
- () Considero-me agnóstico
- () Considero-me ateu

Seção 2: Ensino de Ciências

“Esta seção é composta por 4 questões dissertativas”

Escreva em ordem de importância as 5 primeiras palavras que vem a sua cabeça quando pensa no termo "CIÊNCIA".

(Exemplo: palavra 1, palavra 2, palavra 3, palavra 4, palavra 5)

Diariamente, recebemos informações e notícias sobre temas diversos. Escreva **três** tópicos pelos quais você se sente especialmente interessado.

Em seu ponto de vista, o que torna a sua área de estudo (Biologia, Física ou Química) diferente das outras ciências (exatas, naturais, humanas...) e de outras formas de entender o mundo (arte, filosofia, religião...)?

Qual(is) experiência(as) com o **conteúdo específico** que irá lecionar, te fizeram concluir que gostaria de ser professor(a) desta disciplina? Se não foi este o caso, explique a sua motivação para estar cursando licenciatura na sua área.

Seção 3: Questões objetivas

“Em cada questão abaixo, serão apresentados excertos de três notícias para contextualização, a leitura das notícias não é obrigatória. Leia as afirmações sobre cada notícia e marque um x em "não entendi", quando não entender a ideia, ou marque um x nas demais opções, de acordo com o seu nível de concordância”

Título: Pesquisadora da UFPR descobre floresta de 290 milhões de anos “congelada no tempo”

Corpo do texto: Uma floresta com 164 árvores da linhagem das licófitas foi encontrada fossilizada no município de Ortigueira, no estado do Paraná — antigo paleocontinente Gondwana —, local em que viveu há cerca de 290 milhões de anos. A descoberta foi feita pela estudante do Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR) Thammy Ellin Mottin, durante sua pesquisa de doutorado, e publicada no periódico *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*.

Segundo a pesquisadora, o achado pode ser comparado a uma janela que permite ver o passado. “As árvores estão preservadas dentro da rocha da exata maneira em que viviam, ou seja, elas ainda guardam as características daquele ecossistema de cerca de 290 milhões de anos atrás” [...].

Referência: <https://ciencia.ufpr.br>

Escala

Não entendi Concordo totalmente Concordo Neutro Discordo Discordo totalmente

Afirmações

- Os cientistas seguem passo a passo um método científico universal, sem espaço para a criatividade;
- Toda observação científica é influenciada pela teoria;
- Por conta de sua metodologia, a ciência nunca erra;
- A conhecimento científico está totalmente livre do senso comum e de ideologias;
- É importante para a Ciência que as hipóteses sejam falseáveis (possível de ser refutado);
- Se um ponto de vista ou ideia é defendida por um sujeito de autoridade ou especialista na área, então essa ideia é científica;
- O ensino de ciências não deve se restringir somente ao paradigma da época,
- Um experimento único é suficiente para comprovar ou refutar uma hipótese;
- Uma vez que a Ciência aceita uma teoria, esta teoria nunca poderá ser contrariada;
- O conhecimento científico é a melhor base para ser utilizada na elaboração de políticas públicas;
- Não devem ser impostas restrições a novas tecnologias, até que seja cientificamente comprovado que podem causar danos aos seres humanos ou ao meio ambiente;
- Nas aulas de ciências, além da Teoria da Evolução, é possível abordar outras teorias, como o Design Inteligente, que sugere que existe uma inteligência superior que conduziu o processo de vida na terra;
- Ideias e hipóteses científicas podem ser afetadas pelo meio social e histórico;

Título: UEPG Abraça promove atendimento psicossocial aos servidores do HU e à comunidade acadêmica

Corpo do texto: [...] O programa UEPG Abraça funciona desde novembro de 2018 e tem o objetivo de atender à comunidade acadêmica com atendimentos psicossociais individuais e em grupo. O foco do programa é o bem-estar e a saúde mental dos alunos, professores e servidores da UEPG e de seus órgãos vinculados. Além dos atendimentos com psicólogos, assistentes sociais e enfermeiros, são promovidas atividades de relaxamento, Reiki, massoterapia e alongamento.

[...] O programa UEPG Abraça atende gratuitamente à comunidade acadêmica com assistência individual e em grupos. "O aluno, técnico ou professor pode nos procurar diretamente no Programa, que fica no subsolo da Farmácia Escola, em frente ao Bloco M, no Campus Uvaranas", orienta a professora Lara. O atendimento acontece das 8h às 19h e é realizado por uma equipe multidisciplinar composta por profissionais de enfermagem, serviço social, psicologia e psiquiatria (este último, em caso de encaminhamento para uso de medicação).

Referência: <https://portal.uepg.br/>

Escala

Não entendi Concordo totalmente Concordo Neutro Discordo Discordo totalmente

Afirmações

- Se uma prática é natural (compostos vem da natureza), então é benéfica e saudável;
- A experiência clínica de especialistas em medicina é suficiente para eliminar as incertezas médicas;
- Alguns indivíduos podem apresentar um quadro de melhoria clínica, ainda que utilizem medicamentos compostos de substâncias químicas inativas;
- Quando uma doença ainda não possui uma cura cientificamente comprovada, o paciente deve procurar terapias alternativas ou igrejas, pois isso aumenta as chances de cura;
- A medicina possui um repertório de doenças ainda sem cura, mas na verdade os farmacêuticos já conhecem algumas, no entanto guardam como um segredo, pois isso impactaria nos seus lucros;
- Um dos tratamentos terapêuticos com comprovação científica e oferecidos pelo SUS é a aromaterapia, que consiste na utilização de fragrâncias e óleos essenciais para aliviar sintomas de doenças;
- Sempre é melhor buscar um meio termo, entre os medicamentos recomendados por médicos e as terapias alternativas recomendadas por amigos e familiares;
- Se um grupo de pessoas afirma que uma terapia alternativa foi eficiente para o tratamento de uma doença, então o SUS deveria ofertá-la para que mais pessoas se curem;
- Costumo consultar os efeitos colaterais de medicamentos e tratamentos médicos;
- Vale a pena procurar tratamentos médicos alternativos, uma vez que, se bem não faz, mal também não faz;
- Muitas doenças surgem pelo desequilíbrio espiritual, um tratamento eficiente para esses casos é a cura pela fé;
- O Reiki, uma técnica de cura sem toque, ocorre pela canalização da energia para o paciente. Esta terapia é oferecida pelo SUS e amplamente difundida na mídia, então pode ser considerada científica;
- Uma das formas de evitar estar suscetível a doenças, é estar com os chakras alinhados;
- Todos os humanos têm um campo de energia vital, por isso temos uma capacidade de autocura;
- Se um estudo científico refuta uma terapia alternativa, não significa estritamente que ela não funciona, pois, é impossível garantir que a terapia foi feita de maneira correta;
- Se uma pessoa invejar alguma característica ou objeto seu, ela libera energias negativas, e isso pode desencadear, em casos mais graves, em uma doença.
- O nosso corpo possui um sistema de onde flui energia, denominada de energia vibracional. Esta energia afeta a saúde, caso não esteja equilibrada;
- Fenômenos que ainda não foram explicados pela ciência, podem ser explicados satisfatoriamente por meio de uma abordagem espiritual ou paranormal;
- Terapias com base na energia vital são opções cientificamente viáveis;
- Algumas pessoas conseguem canalizar a energia vital, de modo que conseguem se comunicar apenas com a força do pensamento;
- Muitas pessoas nascem com dons especiais, o que os torna capazes, por exemplo, de desenvolver habilidades psíquicas e paranormais;
- Ainda que não seja provado cientificamente a existência de uma energia vital, é possível medir os efeitos desse fenômeno;
- Cientificamente, não existem fenômeno quadro clínico ou cura sem causa aparente, se a ciência ainda não conseguiu responder como isso se deu, podemos considerar como um milagre;
- A mente e o universo estão conectados pela força do pensamento, uma das vantagens é que, se uma pessoa pensar positivamente desejando algo, ela pode atraí-lo;
- Se a humanidade se unisse em uma corrente de oração, não haveriam catástrofes naturais, como terremotos, ciclones e furacões;
- Existem fenômenos paranormais, que nunca serão explicados pela ciência;
- Existem pessoas com a capacidade de detectar água, pedras preciosas e até seres humanos, sem o auxílio de equipamentos científicos;
- Alguns cristais presentes na natureza possuem propriedades capazes de ativar os centros energéticos do corpo;
- Muitos princípios da mecânica quântica podem nos auxiliar na consciência sobre si mesmo, do mundo e da espiritualidade;
- A água, essencial à vida humana, possui uma memória genética, capaz de guardar e reproduzir efeitos de substância que, anteriormente, entraram em contato com ela.
- A acupuntura é considerada pela UNESCO como Patrimônio Imaterial da Humanidade e oferecida pelo SUS, então, é uma prática científica e com alta possibilidade de melhoria no quadro clínico do paciente;