

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA**

DANIEL VICTOR LIMA DE SOUZA

CONCEPÇÕES (ERRÔNEAS) DE CIÊNCIA DE GRADUANDOS EM BIOLOGIA

MANAUS

2021

DANIEL VICTOR LIMA DE SOUZA

CONCEPÇÕES (ERRÔNEAS) DE CIÊNCIA DE GRADUANDOS EM BIOLOGIA

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Amazonas (UFAM) para a obtenção do título de Mestre junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM).

ORIENTADORA

IRLANE MAIA DE OLIVEIRA

MANAUS

2021

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo autor.

S729c Souza, Daniel Victor Lima de
Concepções (errôneas) de ciência de graduandos em
biologia /Daniel Victor Lima de Souza . 2021
153 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Irlane Maia de Oliveira
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e
Matemática) -Universidade Federal do Amazonas.

1. Pseudociência. 2. Positivismo. 3. Letramento científico.
4. Natureza da ciência. 5. Pensamento crítico. I. Oliveira,
Irlane Maiade. II. Universidade Federal do Amazonas III.
Título

DANIEL VICTOR LIMA DE SOUZA

CONCEPÇÕES (ERRÔNEAS) DE CIÊNCIA DE GRADUANDOS EM BIOLOGIA

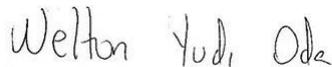
Dissertação apresentada à Universidade Federal do Amazonas (UFAM) para a obtenção do título de Mestre junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM).

APROVADO EM 30 DE SETEMBRO DE 2021

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Irlane Maia de Oliveira, Presidente
Universidade Federal do Amazonas



Prof. Dr. Welton Yudi Oda, Membro Interno
Universidade Federal do Amazonas



Profa. Dra. Cinara Calvi Anic Cabral
Instituto Federal do Amazonas

AGRADECIMENTOS

A mim mesmo, por não ter cedido a muitas das prisões cognitivas do raciocínio intuitivo que tanto castigam os incautos nessa pandemia. A luta continuará.

A professora e orientadora Irlane Maia de Oliveira, por ter dado asas ao projeto e pela empatia infinita em entender e auxiliar em todos os percalços.

Aos professores do PPGECIM, pelo auxílio dado a esse que desconhecia sobre o importante papel da ciência do ensino e contribuíram para o conhecimento necessário para essa pesquisa.

A FAPEAM pela concessão da bolsa de estudos.

Aos meus pais Jackson e Nazaré pelo suporte nos momentos mais difíceis.

Ao meu amor Camila pelo carinho, paixão e motivação constante em minha vida.

Aos amigos Marcel, Suelen e Tarso por trazerem a sanidade e reflexões necessárias para manterem as chamas da inspiração acesas.

As amigas Carla e Jeisiane por contribuírem imensamente com a coleta dados sem a qual a qualidade não teria alcançada tamanha robustez.

Aos estudantes de Ciências Biológicas da UFAM por participarem dessa pesquisa e contribuírem com a reflexão sobre como as práticas de ensino-aprendizagem podem ser aperfeiçoadas e adaptadas para o contexto da atualidade.

“Eu tenho um pressentimento de uma América da época de meus filhos ou netos (...) em que ninguém que represente o interesse público sequer compreenda os problemas; uma época em que as pessoas perderam a capacidade de determinar suas próprias pautas ou, com conhecimento, questionar as figuras de autoridade; em que, agarrando nossos cristais e consultando nossos horóscopos, com nossas faculdades críticas em declínio, incapazes de distinguir o que parece bom do que é verdade, deslizamos de volta, quase sem perceber, à superstição e à escuridão.”

Carl Sagan

RESUMO

A sociedade contemporânea é amplamente influenciada pela ciência, no entanto há bastante difusão de preceitos errôneos sobre o conhecimento científico. Por um lado, há um aumento na quantidade de adeptos das pseudociências, como movimentos antivacina e negacionismo da ciência. Por outro, ideias dogmáticas sobre a universalidade, superioridade e neutralidade do conhecimento científico ainda encontram espaço no processo de ensino-aprendizagem, ganhando o nome de Positivismo Ingênuo, por ser uma concepção que nasce de um mero senso comum. Ambas as concepções indicam que há falhas no ensino de ciências em seu aspecto mais fundamental e filosófico, o que é preocupante no âmbito das universidades por estas formarem professores de ciências e pesquisadores. Dessa forma, o caminho epistemológico para a solução de tais problemáticas envolve o desenvolvimento de dois elementos indissociáveis: o Letramento Científico e o Pensamento Crítico. A aplicação desses elementos depende de um diagnóstico prévio que permita propor estratégias adequadas para a resolução dos problemas encontrados pelos estudantes. Sendo assim, o presente trabalho objetivou analisar as concepções de ciência de graduandos em Ciências Biológicas, por meio de diferentes escalas que medem o grau de crença em pseudociências, positivismo ingênuo, disposição ao pensamento crítico, motivação para a prática científica e força da fé religiosa. Através da comparação entre estudantes com graus de formação iniciantes, intermediários e avançados, foi identificado que não há diferença significativa entre essas categorias, demonstrando que o curso não tem efeito sobre as concepções errôneas. Comparações entre estudantes de Bacharelado e Licenciatura demonstram que também não há diferenças significativas entre essas duas modalidades, com exceção do positivismo ingênuo, para o qual os licenciandos demonstraram ter maior grau de crença. Os resultados demonstram que, no geral, o grau de crença nas concepções analisadas é elevado entre os estudantes das duas modalidades. Apesar de haver confiança na ciência e no pensamento crítico, isso não se reflete em grau menor de crença em concepções errôneas, revelando que há a necessidade de abordagens mais objetivas, expositivas e cientificamente embasadas sobre os problemas encontrados.

Palavras-chave: Pseudociência. Positivismo. Letramento Científico. Natureza da Ciência. Pensamento Crítico.

ABSTRACT

The contemporary society is largely influenced by science, however erroneous precepts about scientific knowledge are widespread. On the one hand, there is an increase in the number of adherents of pseudosciences such as anti-vaccination movements and denial of science. On the other hand, dogmatic ideas about the universality, superiority and neutrality of scientific knowledge still find space in the teaching-learning process, earning the name “Naive Positivism” for being a conception that is born of a mere common sense. Both conceptions indicate that there are fundamental and philosophical failures in the teaching of science aspects, which is worrisome in the scope of universities because they train science teachers and researchers. Thus, the epistemological path to the solution of such problems involves the development of two inseparable elements: Scientific Literacy and Critical Thinking. The application of these aspects depends on a previous diagnosis that allows us to propose adequate strategies to solve the problems found among students. Thus, this study aimed to analyze the conceptions of science of undergraduate students in Biological Sciences through different scales that measure the degree of belief in pseudosciences, naive positivism, critical thinking disposition, scientific practice motivation and strength of religious faith. By comparing beginners, intermediates and advanced level students, it was identified that there is no statistically significant difference between these categories, demonstrating that the course has no effect on misconceptions. Comparisons between Bachelor's and Licentiate's students show that there are no significant differences between these two modalities either, with the exception of naive positivism, where undergraduates showed a greater degree of belief. The results demonstrate that, in general, the degree of belief in the analyzed conceptions in this study is high among students of both modalities. Although there is confidence in science and critical thinking, this is not reflected to a lesser degree of belief in misconceptions, revealing that there is a need for more objective, expository and scientifically grounded approaches to the problems encountered.

Keywords: Pseudoscience. Positivism. Scientific Literacy. Nature of Science. Critical Thinking.

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 - Comparação entre o grau de formação, porcentagem de alunos e nível de disposição às Pseudociências..... | 83 |
| Gráfico 2 - Comparação entre o grau de formação, porcentagem de alunos e nível de disposição ao Positivismo Ingênuo..... | 84 |
| Gráfico 3 - Comparação entre o grau de formação, porcentagem de alunos e nível de disposição ao Pensamento Crítico | 85 |
| Gráfico 4 - Comparação entre o grau de formação, porcentagem de alunos e nível de motivação para a prática científica | 86 |
| Gráfico 5 - Comparação entre o grau de formação, porcentagem de alunos e nível de disposição às Pseudociências..... | 87 |
| Gráfico 6 - Comparação entre o grau de formação, porcentagem de alunos e grau de disposição ao Positivismo Ingênuo..... | 87 |
| Gráfico 7 - Comparação entre o grau de formação, porcentagem de alunos e grau de disposição ao Pensamento Crítico | 88 |
| Gráfico 8 - Comparação entre o grau de formação, porcentagem de alunos e grau de motivação para a prática científica | 89 |
| Gráfico 9 - Comparação entre as modalidades bacharelado e licenciatura, porcentagem de alunos e grau de disposição às pseudociências..... | 90 |
| Gráfico 10 - Comparação entre as modalidades bacharelado e licenciatura, porcentagem de alunos e grau de disposição ao Positivismo Ingênuo..... | 91 |
| Gráfico 11 - Comparação entre as modalidades bacharelado e licenciatura, porcentagem de alunos e grau de disposição ao Pensamento Crítico | 91 |
| Gráfico 12 - Comparação entre as modalidades bacharelado e licenciatura, porcentagem de alunos e grau de Motivação p/ a Prática Científica | 92 |
| Gráfico 13 - Comparação entre as modalidades bacharelado e licenciatura, porcentagem de alunos e grau de Força da Fé | 93 |
| Gráfico 14 - Confiança na fé/ciência de acordo com o grau de força da fé..... | 94 |

| | |
|---|----|
| Gráfico 15 - Respostas dos alunos de bacharelado às quatro questões da escala de Raciocínio Científico | 95 |
| Gráfico 16 - Respostas dos alunos de licenciatura às quatro questões da escala de Raciocínio Científico | 95 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Escalas analisadas com o respectivo valor do Alfa de Cronbach, número de itens e confiabilidade | 81 |
| Tabela 2 - Resultados do teste de normalidade para cada escala na modalidade Bacharelado | 82 |
| Tabela 3 - Resultados do teste de normalidade para cada escala na modalidade Licenciatura | 82 |
| Tabela 4 - Resultados do teste de normalidade para cada escala na comparação bacharelado versus licenciatura | 83 |
| Tabela 5 - Resultados do teste anova..... | 85 |
| Tabela 6 - Resultado do Teste Kruskal-Wallis para a escala Motivação p/ a Prática Científica | 86 |
| Tabela 7 - Resultados do teste anova..... | 88 |
| Tabela 8 - Resultado do teste kruskal-wallis para a escala motivação p/ a prática científica | 89 |
| Tabela 9 - Resultado do teste u de mann-whitney para a escala motivação p/ a prática científica e força da fé | 93 |

SUMÁRIO

| | |
|---------------------|---|
| CAPÍTULO I | |
| 1 | INTRODUÇÃO..... 15 |
| CAPÍTULO II | |
| 2 | CONCEPÇÕES ERRÔNEAS DE CIÊNCIAS 19 |
| 2.1 | CONCEPÇÃO ERRÔNEA I: PSEUDOCIÊNCIA..... 19 |
| 2.2 | A ORIGEM PSICOLÓGICA DAS PSEUDOCIÊNCIAS: OS VIESES COGNITIVOS..... 22 |
| 2.3 | PSEUDOCIÊNCIAS E A CERTEZAS ABSOLUTAS: EU QUERO ACREDITAR!. 27 |
| 2.4 | PSEUDOCIÊNCIA, FAKE NEWS E A PÓS-VERDADE 31 |
| 2.5 | QUANDO A PSEUDOCIÊNCIA CHEGA AO PODER: O CONTEXTO BRASILEIRO..... 32 |
| 2.6 | CONCEPÇÃO ERRÔNEA II: POSITIVISMO INGÊNUO 39 |
| 2.7 | PÓS-POSITIVISMO E A QUEDA DO POSITIVISMO LÓGICO 41 |
| 2.8 | O POSITIVISMO (INGÊNUO) NA ATUALIDADE..... 43 |
| CAPÍTULO III | |
| 3 | EM OPOSIÇÃO ÀS CONCEPÇÕES ERRÔNEAS..... 48 |
| 3.1 | O PAPEL DA EPISTEMOLOGIA PARA DEFINIR O CONHECIMENTO CIENTÍFICO..... 48 |
| 3.2 | O LETRAMENTO CIENTÍFICO..... 49 |
| 3.3 | EM BUSCA DO LETRAMENTO CIENTÍFICO ATRAVÉS DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA..... 55 |
| 3.4 | PENSAMENTO CRÍTICO E A CIÊNCIA 60 |
| 3.5 | CONCEPÇÕES ATUAIS SOBRE O PENSAMENTO CRÍTICO..... 61 |
| 3.6 | O PENSAMENTO CRÍTICO NA PRÁTICA 63 |
| 3.7 | O PAPEL DA UNIVERSIDADE NA INTEGRAÇÃO DO PENSAMENTO CRÍTICO E O LETRAMENTO CIENTÍFICO..... 68 |
| CAPÍTULO IV | |
| 4 | MATERIAL E MÉTODOS 71 |
| 4.1 | CONTEXTO DA PESQUISA 71 |

| | | |
|---------------------|---|------------|
| 4.2 | PATROCÍNIO DA PESQUISA..... | 72 |
| 4.3 | OS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA | 72 |
| 4.3.1 | Escala 1: Disposição às Crenças Pseudocientíficas | 73 |
| 4.3.2 | Escala 2: Força da Fé Religiosa | 74 |
| 4.3.3 | Escala 3: Disposição ao Positivismo Ingênuo..... | 75 |
| 4.3.4 | Escala 4: Disposição ao Pensamento Crítico | 75 |
| 4.3.5 | Escala 5: Grau de Raciocínio Científico | 76 |
| 4.3.6 | Escala 6: Motivação para a Prática Científica | 76 |
| 4.4 | CONFIABILIDADE DAS ESCALAS | 77 |
| 4.5 | DESENHO AMOSTRAL | 78 |
| 4.6 | TESTES ESTATÍSTICOS USADOS NA COMPARAÇÃO ENTRE GRUPOS | 79 |
| CAPÍTULO V | | |
| 5 | RESULTADOS..... | 81 |
| 5.1 | CONFIABILIDADE DAS ESCALAS | 81 |
| 5.2 | TESTE DE NORMALIDADE..... | 82 |
| 5.3 | GRAUS DE CRENÇA: BACHARELADO | 83 |
| 5.4 | GRAUS DE CRENÇA: LICENCIATURA | 86 |
| 5.5 | GRAUS DE CRENÇA: BACHARELADO VERSUS LICENCIATURA | 89 |
| 5.6 | INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES | 94 |
| CAPÍTULO VI | | |
| 6 | DISCUSSÃO | 96 |
| 6.1 | PSEUDOCIÊNCIA..... | 96 |
| 6.2 | POSITIVISMO INGÊNUO | 102 |
| 6.3 | PENSAMENTO CRÍTICO..... | 105 |
| 6.4 | LIMITAÇÕES DO ESTUDO | 108 |
| 6.5 | APLICAÇÕES DO DIAGNÓSTICO | 108 |
| CAPÍTULO VII | | |
| 7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 110 |
| | REFERÊNCIAS..... | 112 |
| | ANEXO A – Ementa da disciplina Fundamentos de Pesquisa..... | 131 |
| | APÊNDICE A – Questionário Geral | 133 |

| | |
|---|-----|
| APÊNDICE B – Estatística Descritiva: Bacharelado | 141 |
| APÊNDICE C - Estatística Descritiva: Licenciatura..... | 144 |
| APÊNDICE D – Estatística Descritiva: Bacharelado versus Licenciatura..... | 148 |
| APÊNDICE E – Gráfico para a e Escala Likert: Pseudociência..... | 152 |
| APÊNDICE F - Gráfico para a e Escala Likert: Positivismo Ingênuo | 154 |

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO

Por séculos o ser humano observou com profunda curiosidade e admiração o ambiente onde estava inserido, buscando entender os fenômenos que se mostravam aos seus sentidos. Tal característica possibilitou o desenvolvimento de uma das maiores forças motriz das sociedades modernas: a ciência. Dos medicamentos aos aparatos de comunicação, de impressionantes efeitos de engenharia à descoberta de galáxias longínquas, a ciência moveu e moldou a humanidade de tal modo que praticamente todas as sociedades humanas do século XXI dependem de algum produto do empreendimento científico. No entanto, forças escusas de natureza anticientífica têm utilizado a própria ciência como combustível para se disseminar por todo o globo.

Na obra “O Mundo Assombrado pelos Demônios”, o renomado cientista Carl Sagan alertou sobre os perigos de se ter uma sociedade dependente da ciência, que pouco ou nada entende de ciência. Pessoas pouco instruídas são alvos fáceis de manipulação ao não saberem diferenciar a verdadeira ciência do charlatanismo ou entre fato e opinião, tornando-se suscetíveis a argumentos convenientemente moldados para se aproveitar do seu emocional. Isso ganha um aspecto ainda mais importante quando se pensa na possibilidade de grandes influenciadores políticos utilizarem esses elementos para moldar a opinião pública conforme sua vontade.

Particularmente no contexto do Brasil, o cenário da educação científica é desanimador, conforme demonstra os dados publicados em 2019 pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2019), obtidos através do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA). Dos 79 países avaliados, o Brasil se encontra na 66ª posição no ranking geral de competência em ciências. A avaliação utiliza um sistema de escalas onde no nível 6 (máximo) o estudante tem domínio para explicar e aplicar o conhecimento científico e no nível 1 (mínimo) há apenas um conhecimento bastante superficial. Os dados revelam que 55% dos estudantes não ultrapassam o nível 2 e nenhum foi capaz de chegar ao nível 6. Esse cenário de conhecimento científico limitado é o palco perfeito para uma das grandes concepções errôneas da atualidade: as pseudociências.

As pseudociências podem se manifestar de diversas formas, desde aquelas aparentemente inofensivas, como o terraplanismo (acreditar no formato plano da Terra), astrologia (crença dos efeitos de planetas e estrelas na personalidade) e ufologia (estudo sobre supostos objetos, aeronaves e visitantes extraterrestres), até formas mais perigosas, como o negacionismo das mudanças climáticas globais (aquecimento global), crença nas vacinas como geradoras de malefícios (movimentos antivacina) ou na eficácia de formas alternativas de medicina que não possuem comprovação científica (homeopatia, acupuntura, ozonioterapia etc.).

Porém, se na ciência as hipóteses são passíveis de testes para verificar sua validade, nas pseudociências as hipóteses tentam ser infalíveis contra a experimentação; se na ciência os erros são expostos de modo a oferecer um convite para resolvê-los, nas pseudociências as falhas são ocultadas e somente os dados que corroboram a afirmação são revelados; se na ciência há uma busca por padrões de argumentação rigorosos e lógicos, nas pseudociências existe um apelo ao emocional. A pseudociência, então, apresenta no seu cerne diversos aspectos anticientíficos.

Na pele de ciência, as pseudociências se disseminam como um “vírus” e, como tal, sofrem mutações, criando diferentes cepas perigosas para a saúde pública e pensamentos negacionistas e conspiracionistas de difícil tratamento quando há demora no diagnóstico. Com um senso crítico debilitado, tal parasita se instala no organismo e assume o papel de verdades absolutas que, ao serem atacadas, ativam um sistema cognitivo de defesa do enfermo. Inebriado pela febre, o hóspede parasitado defenderá suas ideias patogênicas a todo custo como se as mesmas fossem um membro de seu próprio corpo, mesmo que tenha de abrir mão da lógica. Há uma grande ironia nesses aspectos, justamente pelas pseudociências usarem dos avanços científicos e tecnológicos modernos para se espalharem facilmente por todo o planeta.

Incubado por décadas em um ensino de ciências ineficiente, o vírus da pseudociência chegou ao seu ápice, ao mesmo tempo em que uma outra doença se espalhava globalmente. Em 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) deflagrou a pandemia do coronavírus Sars-CoV-2, um vírus que, até a data de 8 de outubro de 2021, matou mais de 4 milhões de pessoas mundialmente e chegou a infeliz marca de 600 mil no Brasil. Em meio a um cenário de medo e calamidade, o negacionismo científico foi adotado como uma rota de fácil aceitação, porém com consequências fatais. Autoridades científicas foram questionadas,

protocolos de saúde foram desrespeitados, mentiras foram espalhadas pela internet, agravando um, já crítico, quadro socioeconômico brasileiro.

Chegou-se ao ponto do Brasil se tornar um imenso experimento dos efeitos da pseudociência. Os resultados, expostos à vista de todos, demonstram o que acontece quando um ambiente propício ao pensamento pseudocientífico é impulsionado por alguém com poderes para colocá-lo em prática. Sim, a pseudociência ganha sua representação máxima em políticos que utilizam o poder para disseminar negacionismo científico sobre como conduzir o país em uma pandemia. Não se trata de uma afirmação meramente ideológica, pois há evidências claras e objetivas de que o atual Presidente da República e seus adeptos contribuíram para que muitas pessoas não adotassem medidas preventivas adequadas e, conseqüentemente, aumentasse o número de enfermos e mortos no país. Longe de ser uma exclusividade do Brasil, a chegada ao poder das pseudociências mostra o quão longe pode ir seus efeitos danosos.

Por outro lado, ao contrário do que muitos possam pensar, que estudantes, e até mesmo cientistas e profissionais relacionados, também adotem a crença em verdades absolutas, também adotem a crença em verdades absolutas. Clamam como “ciência verdadeira” aquela que não se deixa influenciar por aspectos sociais, políticos e econômicos; afirmam que não há participação do imaginário e que a experimentação é a única forma de conhecer a verdade. No entanto, imersos nesse pensamento chamado Positivismo Ingênuo, não poderiam estar mais distantes da realidade do pensamento científico, que se apresenta como mutável e influenciado pelo contexto da sociedade, conforme demonstram diversos filósofos da ciência em seus estudos epistemológicos.

O positivismo ingênuo relaciona-se com a pseudociência a partir do momento que invoca a tese de verdade absoluta e, embora não seja tão perigoso quanto o pensamento pseudocientífico, ainda ocasiona problemas. Um cientista positivista, por confiar ingênua e exageradamente no experimentalismo, tende a negar a importância de áreas menos experimentais, como as Ciências Sociais; tende a menosprezar sarcasticamente os saberes primevos e do senso comum, afinal, segundo eles, a ciência é superior pois trabalha somente com a verdade; pode tornar-se apático quanto ao desempenho de seu papel como cientista e a maneira como seus estudos podem influenciar a sociedade. O positivista ingênuo pode até mesmo chegar às raias de menosprezar a divulgação de seu trabalho para o público geral, mesmo que seja a própria sociedade que financia a ciência no país, ocasionando o

distanciamento de ambas as partes. O público, sem saber o que ocorre nos laboratórios das universidades e centros de pesquisa, passa a duvidar dos cientistas e da própria ciência.

Diante de um cenário calamitoso para a ciência, questiona-se: o que pode ser feito? Um adequado ensino de ciência é a resposta óbvia, porém sua aplicação passar por diversos desafios políticos, sociais e econômicos. Propõe-se então que mudanças no interior dos cursos universitários de ciências sejam, *a priori*, mais acessíveis para mudanças conformacionais. Através do preparo dos universitários para a prática científica e o ensino de ciência em conformidade com os anseios da sociedade, será possível que os estudantes tenham conhecimento sobre como usar o conhecimento científico para mudar sua própria realidade e se defender de concepções errôneas.

Há então a necessidade de se identificar quais os conhecimentos científicos e anticientíficos, como a pseudociência e o positivismo ingênuo, os estudantes de ciência estão cultivando ao longo de sua formação universitária para que, não só consigam detectar seus próprios erros, mas também possam ensinar, com maestria, tais habilidades a outras pessoas. Partindo dessas problemáticas, a presente pesquisa possui o objetivo geral de analisar a extensão das concepções científicas e pseudocientíficas de graduandos em Ciências Biológicas e propor soluções práticas baseadas nos princípios do Letramento Científico e do Pensamento Crítico, contidos na literatura científica.

No Capítulo 2 da presente pesquisa será discutido o que é uma pseudociência e os motivos psicológicos que fazem com que sejam tão bem aceitas, além de suas implicações no cotidiano. Também será debatido sobre o termo Positivismo, o porquê de ser erroneamente abordado como um conceito de significado único e como o termo “Positivismo Ingênuo” se aplica melhor à realidade vista nas salas de aula. No Capítulo 3 será discutido como o Letramento Científico é a vacina para as concepções errôneas e qual a relação entre o Pensamento Crítico e o Letramento Científico, demonstrado que, embora sejam distintos, relacionam-se sinergicamente para uma adequada educação científica.

Os aportes teóricos da bibliografia analisada e os dados obtidos através de pesquisa quantitativa culminaram nas conclusões e recomendações oportunas que se encontram nos capítulos subsequentes. Desta forma, esta pesquisa poderá subsidiar reformulações no currículo do curso analisado (Ciências Biológicas) de modo a atender as exigências epistemológicas do ensino de ciências da atualidade.

CAPÍTULO II

2 CONCEPÇÕES ERRÔNEAS DE CIÊNCIAS

2.1 CONCEPÇÃO ERRÔNEA I: PSEUDOCIÊNCIA

A ciência é um conhecimento que pode ser, a princípio, caracterizado como factual (lida com fatos), contingente (usa de experimentação e razão para testar hipóteses), sistemático (saber ordenado logicamente), verificável (uso de hipóteses testáveis/refutáveis), falível (não é absoluto) e aproximadamente exato (novas proposições e técnicas podem reformular teorias) (MARCONI; LAKATOS, 2018). Há também outras formas de conhecimento que são considerados não-ciência, tal como o religioso e a metafísica (MAHNER, 2007). Porém, sabe-se que há algumas formas de pensamento que tentam se passar por ciência, mas falham em premissas científicas fundamentais e demonstram antagonismo ao conhecimento científico: as pseudociências (PILATI, 2018).

Ao longo da história, muitos filósofos e cientistas debruçaram-se sobre o que diferencia a ciência da pseudociência ou da não-ciência. Na obra *A Lógica da Pesquisa Científica* (POPPER, 2013), originalmente publicada em 1934, o filósofo Karl Popper propôs uma abordagem metodológica revolucionária: o método hipotético-dedutivo. Tal método preconiza que uma pesquisa científica tem origem a partir da tentativa de se resolver um problema por meio de soluções prévias (hipóteses e teorias) que somente serão aceitas caso passem por testes (MARCONI; LAKATOS, 2018). Com base no método hipotético-dedutivo, Popper (2013) propôs o critério de Falseabilidade para diferenciar a ciência das não-ciência e pseudociências, afirmando que é científica somente aquela teoria ou hipótese que é testável, ou seja, falseável.

Conforme Marconi e Lakatos (2018) relatam, o método hipotético-dedutivo é um dos fundamentos da metodologia científica da atualidade. No entanto, a falseabilidade é insuficiente como critério de distinção entre ciência e pseudociência, pois no âmbito das pseudociências, muitas possuem afirmações testáveis, embora sejam cientificamente falhas (MAHNER, 2013). Por exemplo, na astrologia, a afirmação de que existe uma conexão clara entre signos do zodíaco e traços de caráter humano é testável, o que a classificaria como ciência, porém diversos estudos refutam tal afirmativa ao demonstrarem as falsas relações entre

signos astrológicos e personalidade (THAGARD, 1978; CARLSON, 1985; VOAS, 2007; MIGUEL; CARVALHO, 2014).

Para diferenciar e caracterizar as pseudociências, uma estratégia promissora seria evitar o terreno pantanoso da definição de ciência e procurar simplesmente identificar os pecados ou traços característicos da pseudociência (SILVA, 2016). Além disso, ao invés de se usar apenas um critério, vários podem ser adotados em conjunto, de modo a maximizar a identificação das práticas pseudocientíficas (HANSSON, 2013). Através de uma extensa revisão da bibliografia, Hansson (2013, 2021) conclui que uma abordagem multicritério é mais apropriada para a definição das pseudociências, sendo eles:

- a) crença na autoridade: nas pseudociências, sustenta-se que uma pessoa ou um grupo têm uma habilidade especial para determinar o que é verdadeiro e o que é falso. Os demais devem aceitar os seus juízos;
- b) experimentos irrepetíveis: dá-se crédito a experimentos que não podem ser repetidos por outras pessoas de modo a se obter o mesmo resultado;
- c) exemplos tendenciosos: usa-se exemplos escolhidos a dedo com o propósito de defender determinadas ideias a qualquer custo, ainda que não sejam representativos da categoria geral, ou seja, passíveis de generalização para a ideia defendida;
- d) resistência ao teste: teorias não são testadas, embora seja possível testá-las;
- e) desconsideração de informação refutadora: observações ou experimentos que entram em conflito com uma teoria são convenientemente ignorados;
- f) subterfúgios inerentes: o teste de uma teoria é organizado de modo que a teoria só possa ser confirmada, mas nunca desconfirmada pelo resultado;
- g) abandona-se explicações sem que sejam substituídas: desiste-se de explicações defensáveis, de modo que a teoria nova deixa muito mais por explicar do que a anterior.

Outro filósofo da atualidade que também defende a diversidade de critérios para caracterizar as pseudociências é o argentino Mario Bunge. Na obra “Mente e Matéria” (BUNGE, 2017), Bunge destaca quatro elementos de distinção entre o pensamento científico e o pseudocientífico: se a ciência é caracterizada por ser mutável, as pseudociências são formadas por ideias estagnantes ou que apenas mudam sob pressão de grupos de poder; em razão de um escasso corpo de conhecimento, pseudociências podem ser aprendidas em pouco

tempo; pseudociências são solitárias no sentido de não se sobreporem com outras áreas de pesquisa, tal como ocorre com os estudos da mente, por exemplo, que podem ser vistos tanto pela psicologia quanto pela neurociência; a comunidade envolvida com o conhecimento pseudocientífico não empreendem de forma autoduvidosa, autocorretiva e autopropetuada (características fundamentais do conhecimento científico), ou seja, as pseudociências concentram-se mais em procurar verdades absolutas do que erros e soluções.

Para o filósofo Martin Mahner (2007), o termo pseudociência é comumente usado de forma genérica e não abarca aqueles falsos conhecimentos que, embora não se afirmam como ciência, comportam-se como complementar ou equivalentes a essa. Para tal, usa-se o termo paraciência, que engloba todos os saberes que “não enriquecem o conhecimento humano, apenas poluem-no”, tais como a pseudociência propriamente dita, as pseudohumanidades, a pseudotecnologia, a paratécnica, etc. Todavia, o autor também sugere que o termo pseudociência inclua as abordagens não-científicas com pretensões de serem ciências (e.g. criacionismo científico ou *design* inteligente, ufologia, astrologia, psicanálise, homeopatia, etc.), aquelas que não pretendem ser científicas, mas se comportam como alternativas equivalentes ou superiores (e.g. medicina tradicional chinesa, acupuntura, etc.) e aquelas que invocam concepções ou técnicas sobrenaturais (e.g. esoterismo, tarot, cura por fé, etc.).

Seguindo a concepção de que há muitas concepções errôneas que também podem ser chamadas de pseudociência, Hansson (2021) distingue três formatos básicos pelas quais a crença pseudocientífica se manifesta:

- a) negação da Ciência: as pseudociências desse tipo podem tanto promover pseudoteorias (teorias que se afirmam falsamente como científicas, tal como a homeopatia, a astrologia, teorias sobre astronautas antigos, etc.) quanto aquelas que tentam lutar contra alguma teoria científica ou ramo da ciência (negação do holocausto, negação das mudanças climáticas, movimentos antivacina, etc.). Algumas vezes, uma pseudociência pode combinar a promoção da pseudoteoria com a negação da ciência, tal como o criacionismo ou Design Inteligente que nega a Teoria da Evolução das Espécies ao mesmo tempo que promove interpretações bíblicas;
- b) pseudoceticismo: embora o ceticismo seja natural à ciência e filosofia, é comum que negadores da ciência rotineiramente se proclamem como céticos e atacam consensos científicos, ainda que sem evidências para suportar suas afirmações. Contudo, o

verdadeiro cético, afirma Prothero (2013), busca evidências sólidas antes de aceitar determinadas afirmativas;

- c) resistência aos fatos: consiste nas pessoas que simplesmente não buscam entender pontos de vista contrários a suas opiniões e interesses e, comumente, não se arrependem de suas escolhas.

Além disso, é essencial destacar que há um caráter apelativo, manipulador e emocional nas crenas pseudocientíficas, tal como aborda o famoso cientista e divulgador científico Carl Sagan na obra, originalmente publicada em 1995, “O Mundo Assombrado pelos Demônios” (2006):

A pseudociência fala às necessidades emocionais poderosas que a ciência frequentemente deixa de satisfazer. Nutre as fantasias sobre poderes pessoais que não temos e desejamos ter (...). Em algumas de suas manifestações, oferece satisfação para a fome espiritual, curas para as doenças, promessas de que a morte não é o fim. Renova nossa confiança na centralidade e importância cósmica do homem. Concede que estamos presos, ligados ao Universo. (SAGAN, 2006).

Há então pontos de concordância entre os autores sobre a possibilidade de se caracterizar as pseudociências por mais de um critério e sobre a necessidade de se agrupar diversas formas errôneas de pensamento no interior do termo pseudociência. Para além das definições, entender as razões que levam as pessoas a acreditarem nessas ideias errôneas fornece pistas relevantes para a resolução dessa problemática.

2.2 A ORIGEM PSICOLÓGICA DAS PSEUDOCIÊNCIAS: OS VIESES COGNITIVOS

Conforme visto, as pseudociências abordam concepções bem distintas que, aparentemente, possuem em comum apenas o antagonismo à ciência, seja por negá-la, seja por usar falsamente sua imagem para autopromoção. Outro fator importante que as une pode ser entendido a partir da resposta da seguinte pergunta: por que muitas pessoas acreditam em notícias falsas e ideias errôneas? Para responder adequadamente, há a necessidade recorrer aos estudos da psicologia e neurociência que explicam como o raciocínio humano pode apresentar falhas de interpretação do mundo.

Toda ação realizada por um animal tem como objetivo produzir o resultado desejado, envolvendo um balanceamento constante e dinâmico entre seu comportamento e o meio ambiente, de modo a diferenciar entre ações efetivas e ineficazes (BLANCO; MATUTE, 2015). Nesse sentido, o cérebro do *Homo sapiens* se desenvolveu, por meio da seleção natural, em resposta a problemas adaptativos específicos relacionados com a sobrevivência (evitar predadores e buscar alimentos), acasalamento e vida em grupo. Isso gerou disposições cognitivas capazes de produzir representações de aspectos particulares do mundo, de modo a permitir respostas rápidas e adequadas a diversos tipos de situações (BLANCKE; SMEDT, 2013; DUKAS, 2017). Em outras palavras, o homem observa e interpreta o ambiente, recorrendo a essas interpretações para entender fenômenos e resolver problemas.

Essas tentativas de entender a realidade moldaram o chamado raciocínio intuitivo, que corresponde a parte da mente humana que busca entender o mundo e a si mesmo, seja de forma consciente ou não, através de experiências cotidianas (BRONSTEIN, *et al.*, 2019). Essa forma de raciocínio permite que, por exemplo, se crie a noção de que um objeto continua existindo mesmo quando não está sendo observado, o entendimento sobre os conceitos de espaço, do tempo, das relações de causalidade e intencionalidade e até mesmo das características físicas dos objetos, diferenças entre espécies naturais, etc. (MARTINS, 2018).

O raciocínio intuitivo (ou intuição) é particularmente importante, pois é usado a todo momento no cotidiano, seja por meio da análise do quanto um estranho é confiável ou do quanto reduzir/aumentar a velocidade do carro conforme observa-se mudanças nos padrões de tráfego. Também está atrelado a noção de “normal”, ou seja, aquilo que é esperado que ocorra de acordo com a experiência pessoal (POHL, 2017). No entanto, o raciocínio intuitivo é apenas um dos processos cognitivos relacionados a tomada de decisão, sendo a outra metade chamada de raciocínio analítico/deliberativo (EVANS, 2019). Enquanto o intuitivo é automatizado e busca julgamentos rápidos de modo a resolver problemas com agilidade, o analítico é mais lento, usado em análises mais minuciosas, lógicas e que requerem maior investimento de esforço e concentração (FURLAN; AGNOLI; REYNA, 2016; MOORE, 2017).

A Teoria do Processo Dual, de acordo com Kahneman (2011), descreve que há uma estreita relação entre o raciocínio intuitivo e o analítico. A interpretação básica do mundo inicia-se pela intuição que constrói um modelo de normalidade. Porém, quando determinados problemas necessitam de maiores análises (tal como resolver uma questão matemática) o

raciocínio passa para o analítico, que busca fazer análises mais precisas e atualizar o modelo de normalidade da intuição.

A intuição é bastante importante por ser uma forma de raciocínio influente nas decisões humanas. Porém, é suscetível a falhas em razão da tendência natural de inferir e inventar causas e intenções, negligenciar ambiguidade, suprimir dúvidas, ser propensa a acreditar e confirmar, exagerar na consistência emocional, focar na evidência existente e ignorar a evidência ausente, gerar um conjunto limitado de avaliações básicas, etc. (KAHNEMAN, 2011). Por exemplo, Haws, Reczek e Sample (2017) afirmam que muitos consumidores acreditam que alimentos mais saudáveis são mais caros do que aqueles não saudáveis e, embora essa relação possa ser precisa em alguns casos, os consumidores generalizam excessivamente essa crença. Considerando que uma pessoa faz centenas de refeições por ano e que analisar todos os fatores envolvidos na relação entre saúde e preço exigiria processos de raciocínio mais sistemáticos e trabalhosos, os autores concluem que muitos possuem a propensão de buscar “atalhos” na intuição.

É justo afirmar que o raciocínio intuitivo realiza julgamentos corretos em muitos momentos, principalmente em tarefas mais simples, assim como o raciocínio analítico, ainda que seja mais preciso, não está livre de cometer erros (EVANS, 2019). No entanto, o próprio funcionamento da intuição permite que erros de decisão sejam cometidos constantemente, muitas vezes sem que sejam notados, e até mesmo que se tornem naturalizados e aceitos como “corretos” com o passar do tempo (DACEY, 2017; DAWES; HAMPSHIRE, 2017; KUBRICHT; HOLYOAK; LU, 2017; POHL, 2017; BRONSTEIN, *et al.*, 2019). Esses erros são chamados de viés cognitivo: um padrão de distorção de julgamento que ocorre em situações específicas e leva à distorção perceptual, julgamentos pouco acurados e interpretação ilógica (HASELTON; NETTLE; ANDREWS, 2005).

Um viés cognitivo pode ser visto em diferentes contextos do cotidiano, conforme relata Mlodinow (2014). Em um experimento, voluntários foram recrutadas para degustar uma série de vinhos com preços nos rótulos enquanto eram analisados por aparelhos de Imagem de Ressonância Magnética Funcional (fMRI). Como esperado, a maioria considerou uma garrafa de US\$ 90 superior aquelas de US\$10, o que foi confirmado pelo aparelho fMRI. No entanto, ainda que nenhum dos participantes soubesse que todas as garrafas continham vinho idênticos, a percepção de prazer foi maior para os vinhos supostamente mais caros. Resultados análogos aparecem quando há uma forte tendência das pessoas em escolher pratos

com nomes sofisticados em detrimento daqueles com nomes genéricos (ainda que sejam idênticos), além de os classificarem como “mais gostosos”.

Outro exemplo de viés cognitivo ocorre com o chamado “Efeito Placebo”, bastante conhecido na medicina. Um placebo é um tratamento falso, sem qualquer ingrediente ativo, como uma pílula de açúcar. Em testes clínicos de medicamentos, uma droga é utilizada em conjunto com placebos, em razão de que a própria sugestão de estar recebendo um medicamento (mesmo que falso) pode causar no paciente a percepção de melhora (GEUTER; KOBAN; WAGER, 2017). Por exemplo, a administração de placebo após o uso consecutivo de morfina (usada na neutralização de dor) induz a efeitos semelhantes a própria morfina pelo simples fato do paciente acreditar que está tomando a droga verdadeira (COLLOCA, 2019). Mesmo quando um medicamento é falso, a sugestão de seu funcionamento pode influenciar em mecanismos fisiológicos que trabalham no sentido de reduzir a dor (BÜCHEL *et al.*, 2014).

Curiosamente o viés cognitivo não é exclusivo de humanos. Beran (2017) relata que, quando os seres humanos observam os alimentos, sua percepção do tamanho das porções pode ser fortemente afetada pelo contexto em que esse alimento é apresentado. Por exemplo, as pessoas servem menos comida quando recebem um prato pequeno e mais comida quando recebem um prato grande, aparentemente, sem perceber que estão fazendo isso. Experimentos demonstram que, como os humanos, os chimpanzés cometeram o mesmo erro em superestimar a quantidade de alimentos em pratos pequenos em comparação com pratos grandes.

A crença na paranormalidade (e.g. premonição, feitiçaria, telecinese, superstições) possui estreita relação com um viés cognitivo chamado de viés da conjunção, onde a probabilidade de dois eventos ocorrerem simultaneamente é vista como mais provável do que acontecerem isoladamente (ROGERS; FISK; LOWRIE, 2018). Sobre isso, Rogers, Fisk e Lowrie (2016) exemplificam: pensar em um amigo não visto há muito tempo (evento 1) que, inesperadamente, telefona (evento 2) é frequentemente considerado notável demais para ser mera coincidência e, como tal, é atribuído a alguma causa, geralmente sobrenatural, tal como sorte ou destino.

Van Elk (2017) também fala sobre a relação da crença na paranormalidade (incluindo crenças religiosas e superstições) com o viés de autoretribuição, onde o indivíduo atribui acontecimentos negativos a fatores externos (i.g. influência de forças sobrenaturais como a

má sorte) e acontecimentos positivos como mérito próprio. Em alguns casos, o crente em paranormalidades pode desenvolver a percepção de que forças sobrenaturais podem ser entendidas e até mesmo controladas, tal como acreditar na superstição de que bater na madeira pode impedir que coisas ruins aconteçam, reforçando sua crença.

Outra propriedade cognitiva característica do ser humano é a adaptação para a busca por padrões (padronicidade). A padronicidade permite conectar eventos por meio da organização de seus componentes e posteriormente interpretando-os de acordo as concepções individuais (MARALDI; MARTINS, 2017). Porém, é comum que muitos eventos não tenham conexão entre si e apresentam natureza aleatória, ainda que o observador tenha a percepção que há alguma ligação entre acontecimentos, ocasionando assim um viés de falsa causalidade (BLANCO, 2017). Isso é bem exemplificado quando um observador acredita que há um padrão quando nascem vários meninos em uma maternidade (embora a sequência do sexo seja puramente aleatória) ou assumir que um jogador de basquete está com sorte após alguns consecutivos arremessos de sucesso (KAHNEMAN, 2011).

Em um experimento para testar a ilusão de causalidade, Griffiths *et al.* (2019) orientaram 160 participantes a apertar um botão e observar se havia alguma relação com o ascendimento de uma lâmpada. No entanto, os participantes desconheciam que a lâmpada ascenderia em 60% das 40 tentativas totais, independente se o botão fosse apertado ou não. Os resultados demonstram que cerca de 76% acreditavam seguramente que havia uma relação causal entre apertar o botão e o ascender da lâmpada. O estudo ainda foi mais longe: foi identificado que há relação significativa entre a tendência de observar a ilusão de causalidade e o nível de crenças supersticiosas (como sorte), possivelmente associados a um viés geral em como as pessoas interpretam eventos.

Torres, Barberia e Rodríguez-Ferreiro (2020) observaram que há relação entre a ilusão de casualidade e acreditar em pseudociências. O primeiro teste assemelhou-se ao estudo de Griffiths *et al.* (2019), onde os participantes foram instruídos a verificar se havia relação entre o uso de um fármaco e a diminuição da dor de cabeça através da análise prévia de dados (sem que soubesse que não havia relação). Outros testes focaram em mensurar qual o grau de aceitação de algumas pseudociências populares (e.g. homeopatia, reike, grafologia, etc.) e crenças supersticiosas. Os resultados demonstraram que os participantes com maiores pontuações nas escalas de endosso a pseudociências e superstições também possuem forte tendência a desenvolverem ilusões de causalidade.

Muitas falhas do raciocínio intuitivo e os vieses de confirmação originaram-se no ambiente ancestral onde o *Homo sapiens* evoluiu, repleto de ameaças à sobrevivência. Buscar padrões no ambiente poderia ajudar a identificar a melhor época para coletar determinado alimento ou saber que um barulho específico na mata poderia indicar que um predador está à espreita, onde uma resposta rápida poderia fazer a diferença entre viver ou morrer (HASELTON *et al.*, 2009; BLANCHE; SMEDT, 2013; MARALDI; MARTINS, 2017).

Em consequência, características como o preconceito social (e.g. julgar uma pessoa pela aparência) nasceu da tentativa cognitiva de identificar um indivíduo, a partir de padrões físicos e comportamentais, como potencial companheiro ou ameaça (NEUBERG; SCHALLER, 2016), assim como detectar padronicidade em eventos aleatórios possivelmente foi um dos elementos que embasou o surgimento das experiências e crenças religiosas (BLOOM, 2007; KAY; MOSCOVITCH; LAURIN, 2010). Dessa forma, as mesmas características cognitivas que trouxeram benefícios para a sobrevivência em ambiente natural podem levar a comportamentos tendenciosos em ambientes artificiais (BERAN, 2017; KORTELING; BROUWER; TOET, 2018).

2.3 PSEUDOCIÊNCIAS E AS CERTEZAS ABSOLUTAS: EU QUERO ACREDITAR!

Conforme o demonstrado, o ser humano possui limitações cognitivas que ocasionam vieses cognitivos, mas outro elemento tem bastante peso nas crenças individuais: a necessidade de encontrar certezas. A sensação de incerteza e falta de controle é cognitivamente aversivo para a maioria das pessoas, levando a sentimentos de ansiedade e estresse, tal como ocorre quando surge uma doença crônica como o câncer ou de insegurança econômica (KAY *et al.*, 2008; FAST *et al.*, 2009; WRIGHT; AFARI; ZAUTRA, 2009). Por isso, nessas situações de incerteza, julgamentos debilitados podem ser realizados por meio de processos cognitivos não-rationais que ignoram a lógica com o objetivo de agilizar a tomada de decisões (GIGERENZER; GAISSMAIER, 2011; LIEDER *et al.*, 2017). Além disso, ideias pré-concebidas podem ajudar a reduzir sensações indesejadas e trazer o sentimento de controle, certeza e previsibilidade, por meio da percepção de encontrar causas potenciais, ainda que ilusórias (BLANCO, 2017).

Por exemplo, para muitas tribos, rituais são realizados em condições de incerteza ou periculosidade na tentativa de resolver problemas que estão além do controle das pessoas (SAX; QUACK; WEINHOLD, 2009), tal como em um período de escassez de alimentos. Um exemplo da atualidade está na pesquisa de Legare e Souza (2014), onde os autores analisaram os efeitos das chamadas simpatias, procedimentos ritualísticos enraizados na cultura brasileira que buscam a resolução de problemas do cotidiano. O experimento demonstrou que as simpatias tendem a ser vistas como eficazes em situações onde há o anseio pelo estabelecimento de sentimento de controle. De fato, em um estudo realizado por Rodrigues (2017) foi identificado que há forte aceitação da astrologia em ambientes vistos como socialmente desiguais e violentos, já que esses lugares invocam sensações de ansiedade e incerteza que são amenizados pelas supostas previsibilidades trazidas pelos signos astrológicos.

Em um estudo realizado por Chauvin e Mullet (2018), foi demonstrado que a crença no paranormal está relacionada com diferentes aspectos da personalidade. Além da tendência a ansiedade/medo (e.g. acreditar em reencarnação pode trazer sensação de segurança diante das incertezas da morte), crentes da paranormalidade apresentam confiança exacerbada na intuição e experiências pessoais (corroborado por ROGERS; FISK; LOWRIE, 2018) e imaginação criativa (e.g. pessoas mais fantasistas e artísticas demonstram inclinação para crenças como fantasmas, astrologia e clarividência).

Considerando então que muitas crenças pessoais são construídas a partir de interpretações errôneas e vieses cognitivos que são justificadas pelo raciocínio analítico (KAHNEMAN, 2011) e que o sentimento de incerteza é aversivo para a cognição humana e induz a uma constante busca de sensação de controle e entendimento (BLANCO, 2017), a cognição humana parece organizada para resistir à modificação de crenças por meio de preconceitos (como o preconceito contra evidências contrárias), principalmente aquelas crenças que explicam uma ampla gama de experiências (BRONSTEIN *et al.*, 2019).

O preconceito contra evidências contrárias é particularmente visível no dogmatismo religioso. Segundo Daws e Hampshire (2017), em tarefas em que uma resposta lógica entra em conflito com o raciocínio intuitivo (ideias pré-concebidas fundamentadas na religião), pessoas com maior dogmatismo religioso (criadas ou não por famílias religiosas) tendem a um desempenho inferior em tarefas cognitivas e invocam vieses cognitivos com mais frequência em relação a indivíduos não-religiosos (mesmo aquelas criadas por famílias religiosas).

Wagner-Egger *et al.* (2018) afirmam que crenças religiosas influenciam no pensamento teleológico (atribuição de propósito e uma causa final a eventos mundanos complexos) desde a infância, podendo perdurar até a idade adulta. Segundo os autores, esse pensamento pode ser um obstáculo para adoção de conceitos científicos (e.g. crença no criacionismo ao invés do evolucionismo) e abre margem para aceitação de teorias da conspiração, visto que essas utilizam o mesmo viés teleológico de explicar eventos sócio-históricos em termos de conspirações secretas e malévolas.

Sobre as teorias da conspiração, essas trazem explicações causais para eventos sociais complexos, de modo a oferecer concepções alternativas aos fatos oficiais, como se a verdade estivesse sendo ocultada por pessoas e instituições, tal como acreditar que a AIDS foi criada pelo governo estadunidense para controle populacional (REZENDE *et al.*, 2019). Douglas, Sutton e Cichocka (2017) enumeram três motivos que levam um indivíduo a acreditar em teorias conspiratórias: motivos epistêmicos (buscar explicações causais que diminuam a sensação de incerteza), motivos existenciais (trazer sensação de segurança por meio da “revelação da verdade”, onde ameaças e planos malévolos ocultos são finalmente expostos) e motivos sociais (trazer sensação de pertencimento ao serem inseridos em grupos que compartilham da mesma ideologia).

Ao contrário do que se possa imaginar, pessoas inteligentes, ainda que mais apegadas a explicações científicas e fatos, ainda estão suscetíveis a teorias da conspiração que envolvam questões sociais e políticas. Conforme afirmam Jastrzębski e Chuderski (2017), indivíduos inteligentes possuem maior desempenho em encontrar argumentos de qualidade que apoiem suas crenças pré-existentes e não estão necessariamente inclinados a considerar evidências contrárias e perspectivas alternativas. Kahan *et al.* (2012) observaram esse fator em um estudo sobre a percepção do público sobre as mudanças climáticas globais, onde crenças pessoais que estão em consonância com o grupo social ao qual o indivíduo pertence têm mais peso do que o grau de alfabetização científica.

O terraplanismo, negação da esfericidade da Terra em prol de um formato plano, é um fenômeno sintomático de uma desconfiança ampla e crescente em instituições e autoridades, conforme afirmam Landrum, Olshansky e Richards (2019). Esses autores identificaram que, através da publicação de vídeos na plataforma Youtube, o terraplanismo ganhou bastante aceitação, principalmente dos indivíduos que, além de serem diagnosticados com alta mentalidade conspiracionista, também apresentavam baixo conhecimento sobre os preceitos

científicos. Curiosamente, até mesmo as pessoas que identificam o terraplanismo como uma ideia absurda, podem fazê-lo, não por ter capacidade científica de detectar falhas argumentativas, mas sim por já trazerem como verdade a concepção do formato esférico da Terra (WIDAYOKO *et al.*, 2019).

Sobre a forma como as crenças e teorias da conspiração se desenvolvem, Martins (2018) exemplificou, por meio de sua tese realizada com alguns grupos de ufologia, que os iniciantes desses grupos eram levados para áreas serranas com o propósito de presenciar objetos luminosos no céu. Os iniciados estavam previamente abertos a possibilidade das luzes serem de origem extraterrestres, e a medida que os grupos ufológicos influenciavam direta ou indiretamente, a crença progressivamente ganhava complexidade ao agregar teorias da conspiração e informações ufológicas. Com o passar do tempo, a convicção chegou a tal patamar que experiências do cotidiano, como sonhos ganhavam um escopo ufológico, luzes no céu transformam-se em naves e vultos periféricos tornam-se seres extraterrestres escondidos nas sombras.

Martins (2018) identificou que, seja em grupos de ufologia, extremistas religiosos ou terraplanistas, a crença inicial dos participantes é simples e, conforme torna-se intuitiva (naturalizada pelo sistema cognitivo), camadas de complexidade, aos poucos, são adicionados. Pequenos acréscimos de complexidade tendem a ser cognitivamente mais aceitáveis que os grandes saltos, o que explica, por exemplo, como a crença de luzes no céu serem naves extraterrestres pode se transformar, aos poucos, na ideia de que há alienígenas infiltrados nos governos.

Por fim, os pensamentos de grupo possuem bastante influência em como as crenças se desenvolvem. Marques (2009) relata que indivíduos se sentem acolhidos em grupos ao desenvolverem a percepção de ilusão de invulnerabilidade, crença que há uma moralidade inerente ao grupo e satisfação psicológica de buscar socialmente objetivos compartilhados. Dessa forma, o indivíduo tende a autocensura ao rejeitar pensamentos dissonantes, culto a unanimidade (ainda que ilusória) e pressão sobre aqueles que demonstrem discordância.

Observa-se que os seres humanos percebem seu mundo e tomam decisões de forma limitada, necessitando criar um conjunto de preconceitos (ideias pré-concebidas) para explicar eventos a partir da sua história de vida. Na prática, geralmente agem de acordo com crenças irracionais, atribuindo riscos a resultados que têm mais a ver com seus próprios sentimentos de incerteza do que com o risco real da ação (THEOCHAROUS *et al.*, 2019). A percepção de

tomar decisões aparentemente lógicas é frequentemente ilusória, conforme reflete Mlodinow (2014):

Todos nós tomamos decisões (...) confiantes de que pesamos de forma apropriada todos os fatores importantes e agimos de acordo com eles (...). Mas conhecemos apenas as nossas influências conscientes, e por isso temos apenas uma visão parcial delas. Como resultado, nossa visão de nós mesmos, de nossas motivações e da sociedade é como um quebra-cabeça em que falta a maior parte das peças. Nós preenchemos os espaços em branco e fazemos adivinhações, mas a verdade sobre nós é muito mais complexa e sutil do que aquilo que pode ser entendido como um cálculo direto de mentes conscientes e racionais. (MLODINOW, 2014).

2.4 PSEUDOCIÊNCIA, *FAKE NEWS* E A PÓS-VERDADE

As últimas décadas foram marcadas pela ascensão da internet, o que permitiu que muitas pessoas possuíssem acesso a uma grande quantidade de informações, de tal modo que saber diferenciar uma informação científica de uma desinformação tornou-se um grande desafio (SINATRA; LOMBARDI, 2020). Dessa forma, o termo “*fake news*” ganhou bastante popularidade, sendo representado por notícias falsas criadas com o intuito de desinformar, manipular a opinião pública e se beneficiar de uma rápida propagação, geralmente sendo difícil de rastrear sua origem, e se aproveitando da falta de discernimento crítico de muitas pessoas (GELFERT, 2018).

Embora não seja um fenômeno exclusivo da atualidade, o acesso às redes sociais online e a cultura de compartilhamento abrem margem para que a desinformação atinja um novo patamar, influenciando diretamente em importantes aspectos políticos, tal como ocorreu nas disputas eleitorais dos Estados Unidos, em 2016, onde os resultados foram fortemente influenciados por notícias falsas politicamente fabricadas (DELMAZO; VALENTE, 2018). Desse modo, o fenômeno “*fake news*” relaciona-se diretamente a vários tipos de extremismos a partir do momento em que informações falsas são propagadas por uma diversidade de canais de mídia e tornam-se disponíveis para que qualquer agente ou organização tire vantagem (SCHIELE, 2020).

O aumento da disseminação de informações falsas tem crescido de maneira alarmante à medida que seus agentes se tornam mais habilidosos em disfarçar a desinformação como informação científica, chegando a um nível tal que se cunhou o termo “Era da Pós-Verdade” para descrever a sociedade atual (SINATRA; LOMBARDI, 2020). Definida como

“Circunstâncias em que fatos objetivos são menos influentes em moldar a opinião pública do que apelos emocionais e crenças pessoais”, a pós-verdade não diz respeito somente a proliferação de informações falsas feitas pela internet, mas também por pessoas influentes e figuras políticas (KNIGHT; TSOUKAS, 2019).

Na pós-verdade, há uma resistência à figura do cientista que aparece em duas formas: ora autoridades (muitas vezes políticas) invocam sua própria “versão da verdade” por meio de narrativas que negligenciam evidências científicas de maneira conveniente (tal como os negadores das mudanças climáticas), ora pessoas buscam acreditar apenas em figuras de sua confiança e nas suas próprias percepções da realidade (FUJIMURA; HOMES, 2019). Isso refletiu diretamente na forma como as pseudociências se proliferaram, evidenciando um distanciamento do público com os preceitos científicos, falha no sistema de ensino de ciências (GUZZO; GUZZO, 2015) e apreço à própria pós-verdade, tal como evidenciado por Lima *et al.* (2019) à luz das obras do filósofo Bruno Latour:

A proposição científica articula sua rede de proposições e a do grupo alternativo também. Isso acontece a todo momento dentro da própria ciência e é um processo legítimo. O que podemos chamar de pós-verdade, entretanto, são as proposições que, apesar de muito menos articuladas que as proposições científicas, são divulgadas como equipolentes ou superiores a elas. (LIMA *et al.*, 2019).

2.5 QUANDO A PSEUDOCIÊNCIA CHEGA AO PODER: O CONTEXTO BRASILEIRO

Para entender como as pseudociências e as “*fake news*” estão inseridas no contexto do Brasil, dados sobre a visão dos brasileiros em relação a própria ciência fornecem pistas iniciais. Uma pesquisa intitulada Wellcome Global Monitor 2018 (GALLUP, 2018) revelou alguns aspectos da visão dos brasileiros sobre a ciência: 30% admitem não saber nada sobre ciência; 13% não confiam nos cientistas brasileiros; 6% não confiam na ciência; 38% não acreditam que o trabalho dos cientistas traga benefícios para si mesma; 23% são céticos quanto aos benefícios da ciência para o país; 75% disseram que, quando a ciência e a religião discordam, preferem escolher a religião; 9% discordam parcial ou totalmente quanto a segurança do uso das vacinas; 20% confiam parcial ou totalmente em curandeiros tradicionais.

Em paralelo, outras pesquisas indicam o grau de difusão do pensamento pseudocientífico. O Instituto Questão de Ciência (ICQ), em parceria com o Instituto Datafolha (ORSI, 2019), demonstrou que parte dos brasileiros (2.091 entrevistados) concordam parcial ou totalmente com as seguintes afirmativas: medicina alternativa é uma boa opção para tratar doenças (83%); energia espiritual pode ter o poder da cura (66%); governos escondem informações sobre alienígenas (38%); alienígenas visitaram antigas civilizações da terra (31%). Além disso, apenas 56% concordou com a frase “o ser humano e o chimpanzé vem de uma espécie de origem comum”, denotando uma aversão a Teoria da Evolução. Outra pesquisa do Instituto Datafolha revelou que 7% dos brasileiros acreditam no formato plano da Terra (GARCIA, 2019), enquanto a pesquisa feita pela Avaaz (2019) em parceria com a Sociedade Brasileira de Imunizações (SBIm), revelou que aproximadamente 67% dos brasileiros acreditam em ao menos uma afirmação imprecisa sobre vacinação.

Em uma pesquisa realizada pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (CGEE, 2019), dos 2.200 brasileiros entrevistados obteve-se os seguintes resultados: Entre os jovens, apenas 60% dos entrevistados concordam totalmente ou em parte que os seres humanos evoluíram ao longo do tempo e descendem de outros animais, 54% acham que os cientistas estão exagerando sobre os efeitos das mudanças climáticas e 38% acreditam que a personalidade de uma pessoa é influenciada por seu signo. Além disso, muitos conceitos básicos de ciência são negligenciados: apenas 56% concordaram que as marés são criadas pela força gravitacional da Lua, 48% que a água não ferve sempre a 100 °C e 73% acreditam que antibióticos servem para matar vírus.

Os dados indicam que concepções errôneas sobre ciência estão bastante disseminadas entre os brasileiros. Sem conhecimentos científicos básicos e um senso de desconfiança na ciência e em cientistas, cria-se um terreno fértil para que opiniões e crenças pessoais possam ser fundamentadas em pseudociências (CALLAGHAN, 2019). Como exemplo, Moura e Santos (2017) alertam sobre a difusão do “misticismo quântico”, onde a Física Quântica (área científica que estuda as propriedades e relações entre átomos e moléculas) tem sido distorcida, de modo a disseminar ideias pseudocientíficas sobre supostas terapias espirituais através de livros que invadem as mais diversas livrarias brasileiras. No entanto, certamente os maiores riscos das pseudociências e teorias da conspiração estão relacionados às decisões que influenciam na sociedade, atualmente em uma situação de crescente polarização social

fundada em crenças injustificadas e discursos radicais (FASCE; ADRIÁN-VENTURA; AVENDAÑO, 2020).

As influências pseudocientíficas podem partir até mesmo da esfera religiosa. Silva (2020) relata que, em 1993, surgiu na Califórnia (EUA) o movimento chamado *Intelligent Design* que buscava alçar o criacionismo cristão ao patamar de teoria científica, ao trazer a narrativa de que o ser humano só poderia ser concebido por uma inteligência divina, ao contrário das afirmativas da Teoria da Evolução das Espécies. No Brasil, esse pensamento foi adotado por igrejas pentecostais, neopentecostais e até mesmo por instituições supostamente científicas como a Sociedade Criacionista Brasileira (SCB) (SILVA, 2020). Schall, Fernandes e Castelfranchi (2019) exemplificam como a igreja pode usar pseudociência em políticas públicas ao relatarem que o deputado Marco Feliciano (pastor da Igreja Assembleia de Deus) em 2014 e o deputado Jefferson Campos (pastor da Igreja do Evangelho Quadrangular) em 2016 lançaram projetos de lei (PL) para que o ensino do criacionismo fosse oferecido em escolas públicas e privadas como uma alternativa equivalente ao evolucionismo, embora o projeto não tenha sido aceito.

A preocupação com as pseudociências cresce quando essas relacionam-se a área da saúde. Embora a recusa vacinal seja mais antiga, Hussain *et al.* (2018) apontam que os movimentos antivacina da atualidade se potencializaram com o artigo publicado pelo pesquisador Andrew Wakefield em 1998, alegando que havia uma relação causal entre o uso da Vacina Tríplice Viral (contra sarampo, caxumba e rubéola) e autismo em crianças. Pesquisas posteriores refutaram as afirmativas de Wakefield, além de ter sido acusado de conduta antiética. Porém, o estrago estava feito: a informação falsa se espalhou e acarretou no decréscimo de vacinações em muitos países nos anos seguintes (HUSSAIN *et al.*, 2018).

Atualmente o movimento antivacina se faz presente nas redes sociais, principalmente em campanhas de vacinação. Surgem através de comentários que negam a existência de algumas doenças ou que afirmam que as vacinas causam autismo, câncer e até a morte, muitas vezes utilizando-se de falsas pesquisas (HOFFMAN *et al.*, 2019). Com o aumento do número de informações falsas promovidas por grupos antivacina, muitos brasileiros recusam a vacinação em razão da falta de informações, medo de reações adversas e até mesmo a crença de que intervenções científico-tecnológicas excessivas são mais prejudiciais que muitas doenças (PASSOS; FILHO, 2020). A preocupação aumenta quando até mesmo médicos e

alunos de medicina podem apresentar conceitos errôneos sobre vacinas (MIZUTA *et al.*, 2018).

O caso emblemático do Brasil envolvendo a Fosfoetanolamina Sintética (PEA-S) pode ser utilizado para exemplificar como a desinformação científica e o apelo emocional podem ser usados para promover políticas públicas falhas. Em 2015, estudos *in vitro* com a PEA-S demonstraram efeito desse fármaco sobre algumas células cancerígenas, no entanto o Departamento de Química da Universidade de São Paulo (USP) passou a distribuir essa substância sem autorização da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), sem os devidos protocolos padrões de testes e sem resultados conclusivos quanto a eficácia de uso em humanos (SARRAF *et al.*, 2016).

Após a proibição de distribuição da Fosfoetanolamina Sintética, Oliveira, Quinan e Toth (2020) relatam que uma onda de debates foi impulsionada pela mídia (e por *fake news*) e a PEA-S ganhou a alcunha de “pílula do câncer”, levando vários congressistas a aprovarem a lei n. 13.269/2016 autorizando o uso da substância por pacientes diagnosticados com neoplasia maligna. Ainda que, em 2018, a Procuradoria Geral da República tenha se manifestado contra a comercialização da substância por trazer risco à saúde pública, a PEA-S continuou sendo comercializada com a promessa de cura, sem que houvesse qualquer comprovação científica de sua eficácia e efeitos colaterais (OLIVEIRA; MARTINS; TOTH, 2020).

No contexto da atualidade, a Organização Mundial da Saúde (OMS) deflagrou, no dia 11 de março de 2020, a pandemia de COVID-19, uma doença causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, cujo os primeiros casos foram registrados em dezembro de 2019 na cidade Wuhan, na China (SOUSA *et al.*, 2020). A situação chegou a tal patamar que, até 20 de julho de 2021, a OMS (WHO, 2020) já havia registrado globalmente mais de 4 milhões de mortes confirmadas e cerca de 542 mil mortes no Brasil.

Nesse cenário de pandemia, Bavel *et al.* (2020) citam alguns dos comportamentos sociais observados na população em geral: viés de otimismo, que ao mesmo tempo evita emoções negativas e pode levar a subestimação da probabilidade de contrair a doença; tomada de decisões baseadas mais em emoções que informações factuais; preconceitos direcionados a grupos étnicos asiáticos; fomento de sentimento de pânico que ocasionam o estoque exagerado de suprimentos; desigualdade social, que influencia no acesso a recursos; polarização política, que podem minar relações sociais e econômicas; teorias conspiratórias,

que podem levar a negação de autoridades de saúde e uso de remédios ineficazes. Nesse ambiente caótico não tardou para que o fenômeno “*fake news*” influenciasse em abordagens pseudocientíficas e conspiracionistas: ideias sobre o vírus ter sido gerado artificialmente em algum laboratório chinês, uso de remédios ineficazes, acúmulo exagerado de bens e envolvimento em comportamentos de riscos que aumentem as chances de espalhar o vírus (PENNYCOOK *et al.*, 2020).

Usando modelos matemáticos e epidemiológicos, Ferguson *et al.* (2020) estimaram a taxa de crescimento de casos e o número de mortes causadas por COVID-19 em diferentes cenários, o que embasou cientificamente a tomada de decisão de muitos países. Dados demonstraram que o isolamento de casos, a quarentena familiar e o distanciamento social daqueles com maior risco de desenvolver quadros graves (indivíduos mais velhos e com outras condições de saúde subjacentes), é a combinação de políticas mais eficaz para mitigação de epidemias (FERGUSON *et al.*, 2020).

No entanto, o cenário brasileiro apresentou situações preocupantes quanto ao combate à COVID-19. Além da sobrecarga do sistema de saúde brasileiro, houve falta de equipamentos e pessoas qualificadas para realização de autópsias, gestão inadequada de cadáveres, atraso e demora nos exames e testes para a confirmação da COVID-19, o que tem causado problemas de subnotificação dos casos, assim como dificuldades com falta de espaço nos cemitérios (CALMON, 2020). Porém, o negacionismo científico do Presidente da República é um fator notório em meio a tantas adversidades. Diversas posturas anticientíficas e negacionistas por parte do presidente do Brasil foram relatadas logo nos primeiros meses de pandemia, conforme enumeram Ricard e Medeiros (2020):

- a) estimular continuamente os brasileiros a “retornar à normalidade”, ignorando os efeitos positivos do isolamento social;
- b) violar a quarentena após ter contato com uma pessoa infectada e entrar em contato físico com apoiadores;
- c) demitir seu ministro da saúde após este contrariar as posturas negacionistas do presidente;
- d) utilizar canais oficiais para invocar declarações negacionistas como: “90% das pessoas com COVID-19 não sentirão nenhum sintoma”, “se eu contraísse o COVID-19, devido a minha formação atlética, não sentiria nada ou a maioria dos sintomas de uma gripe leve” e sugerir que vidro blindado protege contra o vírus;

- e) invocar uma falsa certeza para promover a eficácia potencial do medicamento Reuquinol (hidroxicloroquina) e estimular uma cruzada contra médicos e especialistas que se portarem com cautela quanto ao uso desse medicamento;
- f) distorcer as falas do Diretor-Geral da OMS para promover uma narrativa de que “os trabalhadores informais tinham que continuar trabalhando”;
- g) deslegitimar publicamente governadores estaduais por promoverem o distanciamento social.

Os efeitos da narrativa negacionista do governo federal brasileiro foram expostos por Ajzenman, Cavalcanti e Da Mata (2020) ao usarem como base dados de geolocalização de 60 milhões de aparelhos celulares. Depois que o presidente promoveu publicamente mensagens anti-isolamento e contra as recomendações da OMS, os pesquisadores identificaram que as medidas de distanciamento social dos cidadãos em localidades pró-governo diminuíram em relação àqueles lugares em que seu apoio é mais fraco, enquanto antes das falas do presidente tais efeitos mostraram-se estatisticamente insignificantes.

Santos-Pinto, Miranda e Osorio-de-Castro (2021) citam que muitos medicamentos utilizados em outras doenças foram propostos como possibilidades terapêuticas contra COVID-19, tal como a hidroxicloroquina e a ivermectina, porém, mesmo dois anos após o início da pandemia, não há evidência que tais substâncias tenham qualquer eficácia contra a COVID-19, o que é corroborado pela revisão sistemática e metanálise feita por Amani, Khanijahani e Amani (2021). Esse fato não impediu que o governo brasileiro incentivasse a utilização do chamado “kit covid” (composto por medicamentos como cloroquina/hidroxicloroquina, a azitromicina, a ivermectina) nas unidades básicas de saúde, atitude essa claramente baseada na desinformação em prol de disputas políticas (SANTOS-PINTO; MIRANDA; OSORIO-DE-CASTRO, 2021).

Hallal (2021) relata que em 21 de janeiro de 2021, o Brasil ocupava o segundo lugar no *ranking* mundial em número de mortes por COVID-19 com cerca de 212.893 pessoas falecidas. Até então, as taxas de exame para a identificação do novo coronavírus estavam muito abaixo da média mundial e a cidade de Manaus, no Amazonas, passava por uma situação caótica com hospitais sofrendo de falta de oxigênio para os infectados. O Ministro da Saúde anunciou que a cidade seria abastecida com cloroquina, ivermectina e outros medicamentos para combater a situação (HALLAL, 2021). Nesse mesmo mês, o Brasil

iniciou a vacinação contra a COVID-19, no entanto, em dezembro de 2020, o presidente Jair Bolsonaro questionou repetida e publicamente a eficácia das vacinas contra a COVID-19 e disse que se recusará a ser vacinado quando oferecida (DANIELS, 2021).

Sobre como o cenário político impacta na vacinação, Gramacho e Turgeon (2021) identificaram que, embora a intenção dos brasileiros de se vacinar seja alta, a probabilidade de vacinação decai quando é mencionado que a vacina oferecida provém da China ou da Rússia. Também se descobriu que a rejeição da vacina desenvolvida na China é particularmente forte entre aqueles que apoiam o presidente Jair Bolsonaro, abertamente negador da COVID-19 e forte crítico da China e da vacinação em geral. Essas informações podem ser complementadas pelo estudo de Sturgis, Brunton-Smith e Jackson (2021), que, analisando dados de 126 países, detectaram que naqueles com um alto nível de confiança na ciência, a nível nacional, as pessoas são mais propensas a confiar na vacinação, mesmo quando sua confiança a nível individual não é alta. Também foi identificado países com um alto nível de consenso em relação à confiabilidade da ciência e dos cientistas, a correlação positiva entre a confiança na ciência e a confiança na vacina é mais forte do que em países onde o nível de consenso social é mais fraco.

Outra abordagem bastante comum para Bolsonaro é a falsa afirmativa de que o distanciamento social é a causa da crise econômica, o que ganhou adesão de muitos setores da população em razão das medidas preventivas serem desgastantes e, para muitos, economicamente insustentável, ainda que necessárias (CALIL, 2021). De fato, uma grande proporção da população brasileira vive em comunidades densas e favelas urbanas caracterizadas por acesso limitado a cuidados de saúde e saneamento precário (OLIVEIRA *et al.*, 2020), o que é agravado por políticas públicas descoordenadas e um projeto federalista bolsonarista que, através da promoção do conflito intergovernamental, ocasionou o aumento do número de infectados (ABRUCIO *et al.*, 2020).

Todos os problemas envolvendo as pseudociências mencionadas até então, permitem o questionamento sobre a forma como o conhecimento científico é abordado atualmente pela sociedade e até dentro das salas de aula. Nesse sentido, Carl Sagan (2006) reflete: “Se comunicamos apenas as descobertas e os produtos da ciência (...) sem ensinar o seu método crítico, como a pessoa média poderá distinguir a ciência da pseudociência?”. Ainda que tenham se passado 25 anos, Lopes (2021) demonstra que a afirmação de Sagan está mais atual do que nunca ao refletir sobre a situação do Brasil em meio a pandemia:

No geral, o advento do COVID-19 fortaleceu nossa visão de que as questões sociais e educacionais estão subjacentes ao risco de exposição a doenças infecciosas potencialmente fatais e que a falta de conhecimento é um dos resultados mais tristes da desigualdade social. Nesse sentido, exorta-nos a educar as crianças brasileiras nos princípios da ciência, como ética, pensamento crítico e busca de informações confiáveis. (LOPES, 2021).

Todos os aspectos envolvendo as pseudociências levam inevitavelmente a questionamentos sobre como a ciência é abordada em escolas e universidades. É curioso notar que muitas das características que levam a essa concepção errônea também podem estar presentes na própria concepção do que significa ciência, compondo o imaginário da sociedade geral e até mesmo de estudantes de ciências. Há indícios que, tal como as certezas invocadas pelas crenças pseudocientíficas, a ciência também pode ser vista incorretamente como produtora de verdades absolutas e inquestionáveis, ideia essa, fruto de um ensino que pouco aborda sobre os fundamentos históricos e filosóficos da construção do conhecimento científico.

2.6 CONCEPÇÃO ERRÔNEA II: POSITIVISMO INGÊNUO

É comum que, em vários aspectos, a sociedade esteja estreitamente relacionada a valores míticos, crenças e dogmas que são vistos como sinônimos de verdade, no entanto, apesar da ciência se manifestar como antagonista do misticismo, também está propensa a se converter em mito (FRANCELIN, 2004). Ora, se a ciência possui natureza falível, característica essa que permite a geração de novas hipóteses e indagações, logo a crença no conhecimento científico como revelador de verdades absolutas aproxima-se das concepções dogmáticas encontradas em religiões e mitos (SOUSA, 2006). Essa concepção, chamada “positivismo” parte de premissas ingênuas sobre a ciência estar no topo da hierarquia do conhecimento, sendo detentora da veracidade plena graças a sua experimentação, recusa de casualidade e oposição à metafísica (NOUVEL, 2013).

Mas o que é, precisamente, o positivismo? Para entender seu significado em detalhes, é necessário entender sua origem nas obras do filósofo francês Augusto Comte (1798 a 1857), autor do termo Filosofia Positiva. Para Comte (1978), há três formas de conhecimento (Lei dos Três Estados) pelas quais a humanidade deve passar para atingir seu ápice de

entendimento da realidade. Inicialmente, há o pensamento Teológico, onde agentes sobrenaturais e divindades são invocados para explicar os fenômenos da natureza. Em seguida, surge o estágio de pensamento Metafísico, onde o sobrenatural dá lugar a forças abstratas ligadas à natureza e ganha um escopo mais racional, ainda que sem uso de experimentações. Por fim, ocorre o a ascensão do conhecimento Positivo, onde a observação e o raciocínio são usados para o entendimento de como funcionam as leis que regem o universo.

É importante salientar que Comte compreendia a metafísica como um estágio necessário da construção do conhecimento, embora incompleto, em razão desta relacionar-se a abstrações e questões insolúveis (BRANDÃO, 2011). Além disso, o filósofo também renegava a concepção de que a pesquisa se reduz a mera acumulação de dados e fatos (empirismo absoluto) sem que houvesse elementos de parcialidade, subjetividade e interpretação no pesquisador (LACERDA, 2009). No entanto, o movimento chamado Círculo de Viena levou a níveis extremos a valorização do empirismo em detrimento da metafísica, fazendo surgir um novo positivismo.

Entre 1922 e 1936, filósofos austríacos como Otto Hahn, Hans Neurath, Rudolf Carnap e Moritz Schlick reuniam-se constantemente para discutir temas como Ciências, Física, Matemática e Lógica (RIBEIRO; ZANATTA; NAGASHIMA, 2018). Influenciados pelo empirismo e ceticismo radical do filósofo David Hume, publicaram o tratado “A concepção científica do mundo: O Círculo de Viena” em 1929. Assim nascia o chamado Positivismo Lógico ou Neopositivismo, caracterizado pela valorização extrema do empirismo, ou seja, a abordagem técnica de obtenção de dados unicamente por meio de experimentos (CUNHA, 2015). Logo, somente a ciência pode aferir os fatos e a realidade, não havendo espaço para a filosofia no âmbito da metafísica, impregnada de abordagens e textos dúbios e obscuros. Somente serão aceitas declarações verificáveis por meio da observação direta e lógica (Verificacionismo) e que não deem espaço para ambiguidades. O método indutivo então é o pilar de todas as Ciências Naturais para se obter dados empíricos e garantir a “verdade” (ARANA, 2007).

É importante esclarecer que não se pretende questionar a importância histórica dessas concepções para a construção do conhecimento científico, pois apesar de errôneas, são reflexos do contexto social, cultural e político onde a ciência estava inserida. O verdadeiro questionamento diz respeito a como muitas ideias positivistas (parcialmente influenciadas pelo positivismo lógico) são ingenuamente adotadas na atualidade por estudantes e

professores de ciências, ainda que muitas de suas ideias tenham sido refutadas por diversos filósofos ao longo do século XX em um movimento chamado Pós-positivismo.

2.7 PÓS-POSITIVISMO E A QUEDA DO POSITIVISMO LÓGICO

Quando se fala nas concepções dos filósofos a respeito do que é ciência, fala-se em Epistemologia, ou seja, a disciplina filosófica que reflete criticamente sobre a estrutura, gênese e fundamentos teóricos do conhecimento científico. É possível encontrar várias concepções epistemológicas oriundas dos trabalhos de muitos filósofos da ciência, sendo importante considerá-las como processos políticos, históricos e pautadas em diferentes processos metodológicos (OLIVEIRA, 2016). Esse fator pode ser visto ao longo do século XIX, onde o Positivismo Lógico do Círculo de Viena foi amplamente contestado e refutado por filósofos que invocaram concepções epistemológicas antipositivistas, gerando um movimento denominado Pós-Positivismo (CHALMERS, 1993).

O filósofo pós-positivista Gaston Bachelard (1996), na obra “A Formação do Espírito Científico”, publicado originalmente em 1936, pautou sua epistemologia na contestação da premissa positivista de que o sujeito da ciência era um mero recipiente de verdades científicas. Para ele, o pensamento científico é construído por meio de ideias preconceituosas *a priori* e constante críticas e retificações a suas opiniões *a posteriori* (LIMA; MARINELLI, 2011). Em outras palavras, o conhecimento científico só é concebido mediante a uma ruptura epistemológica com os preconceitos e saberes passados, sendo necessário ultrapassar as barreiras dos obstáculos epistemológicos de um conhecimento não questionado, tal como o empirismo positivista, que impedem o surgimento de novas ideias (BACHELARD, 1996).

A superação dos obstáculos epistemológicos permite chegar o mais próximo possível da verdade sem, no entanto, que haja esgotamento de seu estudo, como afirma Bachelard (1996):

É impossível anular, de um só golpe, todos os conhecimentos habituais. Diante do real, aquilo que cremos saber com clareza ofusca o que deveríamos saber. Quando o espírito se apresenta à cultura científica, nunca é jovem. Aliás, é bem velho, porque tem a idade de seus preconceitos. Aceder à ciência é rejuvenescer espiritualmente, é aceitar uma brusca mutação que contradiz o passado. (BACHELARD, 1996).

A construção do saber para Bachelard (1996), não é contínuo ou acumulativo (como preconizava os Positivistas Lógicos), pois as teorias são somente aceitas até que sejam substituídas por outras que melhor se adequem a realidade. Além disso, o cientista possui influências do momento histórico no qual está inserido, de sua criatividade e da razão, devendo ter consciência de que obstáculos epistemológicos existem e precisam ser neutralizados para evitar que comprometam o progresso da pesquisa (LIMA; MARINELLI, 2011).

Assim como Bachelard (1996) pôs em xeque o empirismo dos positivistas de caracterizar o pensamento científico unicamente por meio de leis e transcrição de informações recolhidas de observações, Karl Popper também trouxe grandes contribuições. Popper, a partir de sua crítica contra a psicanálise e o marxismo que se autoafirmavam como conhecimento científico, elaborou teses que contestavam a lógica indutiva usada pelos adeptos do positivismo (NOUVEL, 2013). De acordo com o método indutivo, uma teoria é construída a partir de experimentos repetidos diversas vezes e que geram o mesmo resultado, no entanto, basta que um resultado seja diferente para que tal tese caia por terra, o que levou Popper a propor a ideia de Falseabilidade (RIBEIRO; ZANATTA; NAGASHIMA, 2018).

A ciência não é constituída por induções, mas sim por conjecturas seguidas por refutações, ou seja, não é a teoria irrefutável que é científica, mas sim é científica a teoria que é passível de testes, conforme afirma Popper em “A Lógica da Pesquisa Científica” (2013):

Cabe oferecer dois exemplos simples de regras metodológicas (...). (1) O jogo da ciência é, em princípio, interminável. Quem decida, um dia, que os enunciados científicos não mais exigem provas, e podem ser vistos como definitivamente verificados, retira-se do jogo. (2) Uma vez proposta e submetida a prova a hipótese e tendo ela comprovado suas qualidades, não se pode permitir seu afastamento sem uma “boa razão”. Uma boa razão, será, por exemplo, sua substituição por outra hipótese, que resista melhor as provas, ou o falseamento de uma consequência da primeira hipótese. (POPPER, 2013).

Sendo assim, há a concepção epistemológica de que a construção do conhecimento científico está em constante transformação, à medida que as teorias são falíveis e corrigíveis e, conseqüentemente, provisórias (BRITO, 2018). O cientista então deve ter o espírito de livre criação de teorias, assim como pensamento crítico para refutá-las (POPPER, 2013).

Na obra *Estrutura das Revoluções Científicas*, Thomas Kuhn (2013) invoca um novo olhar para a influência do contexto histórico ao afirmar que a ciência está imersa em um paradigma, ou seja, em um período onde um conjunto de crenças, técnicas e valores são

compartilhadas e assumidas como verdade pela comunidade científica. Nesse período, chamado de ciência normal, o cientista está preso a concepções dogmáticas e conservadoras sobre a construção do pensamento científico, no entanto as teorias vigentes, aos poucos, tornam-se insatisfatórias, criando uma crise no paradigma. Ocorre então o período de ciência extraordinária, onde o antigo e o novo paradigma entram em disputa até que ocorra a Revolução Científica por meio da ruptura do antigo paradigma e ascensão do novo. A ciência então volta para o estágio normal, recomeçando o ciclo.

A epistemologia de Kuhn (2013) demonstra a importância dos aspectos sociais e psicológicos na formação do cientista. Um paradigma não é adotado apenas por racionalidade, mas também por meras considerações estéticas pessoais, pois cientistas mais velhos podem resistir a novas ideias indefinidamente a ponto da adoção de um novo paradigma acontecer somente de uma geração para outra. Dessa forma, no contexto da epistemologia de Kuhn, a formação de qualquer aluno de ciências deve considerar: concepções alternativas; conflito entre as concepções estabelecidas e o pensamento científico de modo a criar sensação de desconforto; apresentação de novas teorias e interpretação e resolução de problemas experimentais e teóricos (OSTERMANN, 1996).

Apesar de diferentes concepções epistemológicas poderem apresentar pontos de discordância, Boaventura Santos (2010) acredita que isso pode ser benéfico. Para este filósofo, a ciência contemporânea está em um paradigma positivista e dicotômica, pois ainda há separação entre as ciências naturais e sociais, conhecimento científico e comum, objetividade e subjetividade, entre outros. Para que um novo paradigma emergja, faz-se necessário uma epistemologia plural e propositiva, tal como a *Ecologia dos Saberes* que parte da premissa de uma diversidade epistemológica mundial. Dessa forma, a ciência e o conhecimento não-científico associado a diferentes culturas devem se aproximar por meio do conflito entre diferentes saberes e concepções epistemológicas que resultem em um novo paradigma (SANTOS; ARAÚJO. BAUMGARTEN, 2016).

2.8 O POSITIVISMO (INGÊNUO) NA ATUALIDADE

Há muitos desentendimentos quanto ao termo Positivismo na atualidade. É perceptível que, em muitos aspectos, o Positivismo de Comte se diferencia do Positivismo Lógico do Círculo de Viena, sendo defendido, inclusive, como filosofias majoritariamente distintas

(SILVINO, 2007; LACERDA, 2009; ALAKWE, 2017). O termo também ganhou conotações pejorativas ao longo das décadas, além de diferentes significações, tornando-se genérico e polissêmico (ARANA, 2007).

Em razão de haverem diferentes correntes de pensamento positivista, para a presente pesquisa cunhou-se o termo Positivismo Ingênuo, o qual é relativo à concepção errônea a respeito da epistemologia da ciência que atualmente vigora. “Positivismo”, pois há elementos em comum com as abordagens do Positivismo Lógico, tal como aqueles elencados pelo filósofo Ian Hacking, (1994) e Hermas Arana (2007) que incluem: o apreço exacerbado pela experimentação, crença em um método único e válido para todas as ciências e uma restrição exagerada a dados observáveis, que rejeita a influência de elementos externos no processo de pesquisa.

De fato, falar em positivismo na atualidade é falar de um paradigma que favorece as ciências naturais e nega ou minimiza o patamar científico das ciências sociais e humanas. Nesse sentido, Chompalov e Popov (2020) argumentam que ainda há o pensamento, mesmo entre cientistas, de que apenas a investigação do mundo natural baseadas em observações e experimentos deveriam contar como atividade científica, ou seja, muitas das ciências sociais seriam vistas como “fracas” por adotarem métodos próprios. Tal pensamento cria uma “Guerra das Ciências” e abre margem para a disseminação e popularidade de atitudes anticientíficas, bem como para a redução do financiamento governamental para a pesquisa e o desenvolvimento científico.

Quando se fala em “ingenuidade” do Positivismo Ingênuo, fala-se em uma concepção nascida do senso comum e enraizada na forma como muitos acadêmicos e estudantes de ciências enxergam o cientista e o conhecimento científico na atualidade, ainda que estes nem sempre tenham consciência desses preconceitos. Em outras palavras, não há base filosófica específica que suporte os desavisados adeptos dos preceitos do Positivismo Ingênuo, apenas concepções baseadas em senso comum (GERMANO; FEITOSA, 2013; FARIA *et al.*, 2014; MUSSATO; CATELLI, 2015; RIBEIRO; SILVA, 2018).

De um ponto de vista mais prático, um positivista ingênuo pode ser detectado a partir de alguns pontos consensuais entre epistemólogos a respeito do que é e o que não é ciência, podendo apresentar as seguintes concepções:

- a) a ciência, por ser comprovada, é altamente confiável: à medida que ocorre avanços no conhecimento e na tecnologia, novas evidências surgem e modificam muitas das

alegações científicas, teorias e leis já existentes. Essa característica faz do empreendimento científico, embora confiável, passível de erros, correções e aperfeiçoamento, sem que se chegue ao ponto de “verdade absoluta e comprovada” (FRANCELIN, 2004; STEIN, 2007; LEDERMAN; LEDERMAN; ANTINK, 2013; MOURA, 2014; AYALA-VILLAMIL; GARCÍA-MARTÍNEZ, 2021);

- b) o conhecimento científico é formado por teorias e leis imutáveis e inquestionáveis: é comum que ocorra a errada interpretação de que leis são imutáveis e/ou superiores por terem maior suporte de evidências em relação as teorias que, por supostamente serem inferiores, podem eventualmente se desenvolver em leis. É preciso deixar claro que não há hierarquia entre tais conceitos e são entendidas como conceitos distintos, de modo que leis se referem a declarações ou descrições das relações entre fenômenos observáveis (e.g. Lei de Boyle), enquanto que teorias tratam de explicar conjuntos relativamente grandes de observações aparentemente não relacionadas em mais de um campo de investigação (LEDERMAN; LEDERMAN; ANTINK, 2013; MOURA, 2014; AZEVEDO; SCARPA, 2017; AYALA-VILLAMIL; GARCÍA-MARTÍNEZ, 2021);
- c) a ciência é feita por uma metodologia científica universal e aplicável em qualquer campo de estudo científico: há a noção de que o conhecimento científico é alcançado por um método único, denominado simplesmente de “O Método Científico”. Tal método segue um processo passo-a-passo, onde se estabelece uma hipótese para explicar um fenômeno, faz-se experimentos para testar a hipótese e analisa-se os resultados em busca da refutação ou aceitação da hipótese. Em suma, trata-se do método hipotético-dedutivo preconizado por Popper, importante para a prática científica. O que se discute, no entanto, é a forma como tal método é concebido, levando a ideias equivocadas de que o uso do Método por si só garante resultados válidos (e.g. ainda que siga à risca os passos do método hipotético-dedutivo, uma pesquisa pode ser facilmente comprometida por um baixo número de amostras). Cria-se a noção de que a ciência é uma “receita” que deve ser seguida rigorosamente, com pouco espaço para a criatividade. Sofre influência da ideia equivocada de que a experimentação é essencial para a construção do conhecimento científico e discrimina outros métodos também utilizados na ciência. Por exemplo, áreas como anatomia e taxonomia são meramente descritivas, no entanto, não são consideradas como

inválidas por não usarem hipóteses e experimentações. (CHALMERS, 1993; STEIN, 2007; LEDERMAN; LEDERMAN; ANTINK, 2013; MOURA, 2014; MAXIMILLA; SCHWANTES 2019; CHOMPALOV; POPOV, 2020; AYALA-VILLAMIL; GARCÍA-MARTÍNEZ, 2021);

- d) a ciência é neutra e imune de fatores sociais, políticos e econômicos: Muitas das motivações e convicções do cientista são fruto do contexto cultural no qual ele está inserido. Por exemplo, a evolução da espécie humana está diretamente relacionada, conforme as evidências disponíveis, aos “homens caçadores” e “mulheres coletoras”, porém um cientista que tenha um enfoque feminista pode abordar mais enfaticamente sobre as “mulheres coletoras” sem que isso comprometa a validade da pesquisa (VÁZQUEZ-ALONSO *et al.*, 2008; LEDERMAN; LEDERMAN; ANTINK, 2013; MOURA, 2014; AZEVEDO; SCARPA, 2017; RAVEENDRAN; SRIVASTAVA, 2019; AYALA-VILLAMIL; GARCÍA-MARTÍNEZ, 2021);
- e) o cientista sempre está alheio as suas convicções pessoais, crenças, imaginação e influências externas: embora a observação empírica do mundo natural tenha importante participação na ciência, essa não é uma atividade totalmente ordenada e racional. Buscar explicações requer criatividade, tal como criar um novo modelo atômico ou imaginar o funcionamento de um buraco negro. Além disso, a observação e investigação de um cientista são motivadas por perspectivas teóricas prévias, como crenças pessoais, conhecimento prévio, treinamento, etc., que influenciam na sua interpretação (VÁZQUEZ-ALONSO *et al.*, 2008; LEDERMAN; LEDERMAN; ANTINK, 2013; MOURA, 2014; AZEVEDO; SCARPA, 2017; RAVEENDRAN; SRIVASTAVA, 2019; AYALA-VILLAMIL; GARCÍA-MARTÍNEZ, 2021).

O Positivismo Ingênuo ganha ampla importância nas universidades, visto que estas têm participação na construção do conhecimento científico através da formação de cientistas e professores que atuarão diretamente na sociedade (HARRES; WOLFFENBUTTEL; DELORD, 2013; VEIGA *et al.*, 2016). Todavia, ainda há certa resistência de muitos professores e, conseqüentemente, de alunos em modificar e até mesmo perceber suas concepções positivistas de ciência (RODRIGUES *et al.*, 2019).

Estudos tem demonstrado que o positivismo ingênuo, tal como concebido no presente trabalho, pode ser detectado em universidades brasileiras. Andrade e Pelicice (2018)

identificaram que, nos cursos de pós-graduação da área de Ecologia e Biodiversidade de 28 universidades, a maioria dos alunos (95,6% de um total de 115 pós-graduandos) expressou a crença de que o Método Científico é uma receita única e protocolado, desconsiderando a complexidade e pluralidade da produção do conhecimento científico. Os autores acrescentam que, embora tais concepções positivistas estejam presentes nos estudantes, nenhum foi explicitamente exposto aos fundamentos filosóficos e históricos do positivismo, o que indica que essa doutrina ocorre de maneira difusa.

Resultados semelhantes foram encontrados por Azevedo e Scarpa (2017) ao analisarem as concepções sobre ciência de 691 estudantes de Ciências Biológicas de 14 universidades brasileiras. Foi identificado que as maiores dificuldades estavam relacionadas ao reconhecimento de práticas experimentais que estão além da visão de um método científico unificado para toda a ciência, relutância em reconhecer que as teorias são dependentes da criatividade e da imaginação e são distintas das hipóteses e resistência para reconhecer que o conhecimento científico é temporário e que as teorias estão presentes em diferentes etapas do trabalho científico.

Outros estudos, como a pesquisa realizada por Moreira, Antunes e Herreira (2018) identificaram que, em um curso de pós-graduação em Química de uma universidade pública de São Paulo, cerca de 50% dos alunos acreditam que as Teorias e Leis da Ciência são imutáveis, ao mesmo tempo em que 60% possuíam uma concepção ingênua de que cientistas não possuem influência de valores sociais e culturais. Percepções semelhantes também foram encontradas no estudo de Snicer e Borille (2017), onde constataram que, na Universidade Estadual do Paraná, 27% dos alunos do primeiro ano de um curso de Ciências Biológicas possuíam concepções ingênuas sobre a definição de ciência, enquanto 41% apresentou um entendimento mais plausível, embora incompleto.

Esses dados revelam que, em muitos casos, a formação acadêmica pode não ser suficiente para eliminação total, ou pelo menos parcial, de concepções errôneas. Quais estratégias poderiam ser adotadas, então, para que pensamentos pseudocientíficos e positivistas ingênuos possam ser minimizados? A resposta, ao que as evidências indicam, está em um adequado uso do Letramento Científico e Pensamento Crítico no ensino de ciências.

CAPÍTULO III

3 EM OPOSIÇÃO ÀS CONCEPÇÕES ERRÔNEAS

3.1 O PAPEL DA EPISTEMOLOGIA PARA DEFINIR O CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Diante das problemáticas envolvendo as pseudociências e o positivismo ingênuo, naturalmente se questiona como essas práticas podem ser minimizadas. Se essas são concepções objetivamente errôneas, naturalmente, abordar o que é e como funciona, de fato, o conhecimento científico é a solução para esses problemas. Não há motivo, então, para deixar de propor, de antemão, a solução: o ensino de ciências tem potencial para solucionar os problemas de concepção abordados até aqui. Mas como proceder? Inicialmente é importante falar em Epistemologia.

Conforme visto no Capítulo 2, é possível encontrar várias concepções epistemológicas oriundas dos trabalhos de muitos filósofos da ciência, tal como a filosofia positiva de Comte, o Positivismo Lógico do Círculo de Viena, os pós-positivistas como Karl Popper, Gaston Bachelard, Thomas Kuhn e centenas de outros autores que vieram antes e depois destes. Como cita Oliveira (2016), é importante considerar as diversas concepções epistemológicas como processos políticos, históricos e pautadas por diferentes processos metodológicos.

Em suma, entender a ciência por seus fundamentos epistemológicos permite não somente pensar criticamente sobre a prática científica, mas também sobre as concepções errôneas de ciência (JÚNIOR; CAPORAL, 2016). Dessa forma, o ensino-aprendizagem de ciências e o pensamento crítico estão diretamente ligados pela própria natureza de como funciona a construção do pensamento científico (SILVA, 2016). Em outras palavras, se há necessidade de se combater visões equivocadas da ciência, como as pseudociências e o positivismo ingênuo, é inevitável que se atravesse o caminho do ensino de concepções epistemológicas adequadas. Sobre isso, afirma Solomon (2021):

Precisamos repensar a educação científica básica. Deve-se normalizar a discordância científica (distinguindo-a da negação da ciência) e incluir a discussão das instituições e processos epistemológicos sociais pelos quais a investigação científica prossegue. Isso inclui a educação de futuros pesquisadores como alunos de graduação e pós-doutorado, o processo de revisão por pares para bolsas e publicações, as interações discursivas de pesquisadores em reuniões de laboratório e conferências, questões de diversidade e inclusão e as normas de integridade

científica. Essa discussão mais ampla fornecerá um conjunto mais rico de recursos para avaliar reivindicações concorrentes de conhecimento. (SOLOMON, 2021).

Quando se fala em concepções epistemológicas no campo do ensino de ciências, dois conceitos são importantes por permitirem, não só analisar a teoria do conhecimento científico, mas também sua prática e aplicabilidade: Letramento Científico e Pensamento crítico (PC). Ambos, embora analisados separadamente, são indissociáveis quando se objetiva o desenvolvimento de uma visão epistemológica mais precisa e aprimorada do mundo. Apresenta-se então o conceito de Letramento Científico.

3.2 O LETRAMENTO CIENTÍFICO

A Organização para o Desenvolvimento Econômico e Cooperativo (OECD, 2019) define o letramento científico como a capacidade de se envolver com questões e ideias relacionadas a ciência, como um cidadão reflexivo, incluindo a capacidade de explicar fenômenos cientificamente, avaliar e projetar pesquisas científicas e interpretar dados e evidências cientificamente. Também enfatiza a importância da capacidade de aplicar o conhecimento científico no contexto de situações da vida real.

O letramento científico (em inglês *scientific literacy*) também é usado como sinônimo de alfabetização científica. Todavia, segundo Cunha (2017), “letramento científico” se encaixa melhor no contexto pedagógico do ensino de ciências em razão do termo “alfabetização científica” indicar a exclusão de qualquer leitura “não científica” do universo (como o conhecimento tradicional) que não foi produzido no meio acadêmico de acordo com os rigorosos métodos de pesquisa, ou seja, um conhecimento produzido por “analfabetos” em ciência. O autor também complementa que o termo letramento científico invoca uma ideia que sugere que o diálogo entre letrados e não letrados cientificamente pode ser muito mais frutífero do que a mera transmissão unilateral e autoritária de um conhecimento do especialista para o não especialista.

Dois componentes demonstram ser importantes para o entendimento do letramento científico: a Natureza da Ciência (que lida com os fundamentos epistemológicos da ciência) e a Investigação Científica (que consiste na prática científica). No âmbito do ensino de ciências, esses dois componentes são essenciais para equipar estudantes com conhecimento que permita

tomar decisões informadas sobre problemas pessoais e sociais com base científica (LEDERMAN; LEDERMAN; ANTINK, 2013).

Como ponto de partida, usa-se a definição de Moura (2014): Natureza da Ciência (NdC) é entendida como um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico, abrangendo questões como método científico, relação entre experimento e teoria, influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas. De fato, muitos autores utilizam listas para caracterizar NdC e, conseqüentemente, são usadas por professores nas aulas de ciências conforme demonstrado por Azevedo e Scarpa (2017) que listaram importantes aspectos da NdC baseado na investigação de 192 artigos científicos:

- a) a produção de conhecimento científico envolve curiosidade, criatividade e imaginação;
- b) o conhecimento científico é transitório e provisório;
- c) a ciência não responde a todas as perguntas, pois seus métodos são limitados;
- d) o conhecimento científico depende do contexto histórico, político, social e cultural;
- e) a ciência se baseia em observações e usa inferências, cada uma com características específicas;
- f) a ciência busca dados de acordo com teorias;
- g) a ciência pode se basear no empirismo;
- h) o conhecimento científico é construído com base em leis e teorias, cada uma com características e limitações específicas;
- i) o conhecimento científico é construído usando vários métodos;
- j) a ciência busca a replicabilidade e confiabilidade dos dados;
- k) a ciência busca sistematização, cumprimento de regras e coerência geral;
- l) a ciência é subjetiva;
- m) a ciência se desenvolve por meio da cooperação e colaboração;
- n) a ciência não é obra de gênios isolados;
- o) a ciência é baseada em argumentos;
- p) a ciência busca síntese e não apenas análise, ou seja, busca simplificar o conhecimento;
- q) a ciência e tecnologia são distintas;
- r) a ciência é baseada em conhecimento cumulativo e não linear;
- s) a ciência é baseada em hipóteses;

- t) a ciência busca ordem no mundo físico;
- u) a ciência busca explicar fenômenos;
- v) a ciência deve ter uma divulgação clara e aberta;
- w) a ciência assume que existe um mundo independente da observação;
- x) a ciência surge da ausência de um criador;
- y) a ciência tem implicações globais.

Essa lista representa bem o que se tem discutido ao longo das últimas décadas a respeito do que há de consensual sobre o que é a NdC. Apesar de haver muitas divergências epistemológicas, há certo consenso de que saber sobre a ciência é tão importante quanto saber os conteúdos da ciência. O maior desafio (e o foco de discussão do presente trabalho), está justamente em pensar formas de incorporar tal conhecimento na Educação em Ciências (KRUPCZAK; AIRES, 2018; BEJARANO; ADURIZ-BRAVO; BONFIM, 2019; TANWAR, 2020).

Primeiramente, não há cursos que lidem diretamente com NdC, ou seja, a ênfase educacional deve ser em como integrar a NdC ao currículo de ciências, seja biologia, química, física ou áreas afins. Para tal, Lederman e Lederman (2019) propõe que os aspectos abordados sobre NdC devem ser:

- a) claramente conectados aos conceitos e práticas de ciências incluídos no currículo de ciências específico;
- b) desenvolvidos de acordo com a idade, nível de ensino e habilidades dos alunos;
- c) apoiados por evidências empíricas de que os alunos podem compreender com sucesso os conceitos abordados;
- d) não contenham nenhuma ou poucas reivindicações duvidosas;
- e) claramente conectado ao alcance do letramento científico e à capacidade dos alunos de tomar decisões informadas sobre questões globais, sociais e pessoais baseadas na ciência.

O próximo passo é identificar quais as melhores formas de se abordar a NdC. Listas, como aquela realizada por Azevedo e Scarpa (2017) são comuns na literatura científica e usadas no ensino de NdC, porém, ainda que alguns dos seus elementos sejam consensuais, Irzik e Nola (2014) afirmam que as listas falham por não englobarem todos os recursos

compartilhados por todas as disciplinas científicas. Dessa forma, as tais “listas consensuais”, no âmbito do ensino de NdC, tem sido criticada por dois aspectos principais (MENDONÇA, 2020): pelo risco de minimizar a heterogeneidade e promover generalizações que não são aplicáveis a todos os campos científicos; pelo risco de promover uma falsa dicotomia, por exemplo, ao se afirmar que a ciência tem caráter subjetivo, poderia implicar em negar a objetividade que deveria ser também inerente ao fazer científico, uma vez que cientistas devem tentar evitar fazer conclusões precipitadas e enviesar a análise.

Romero-Maltrana e Duarte (2017) deixam claro que a lista em si não é o problema, visto que há elementos estritamente verdadeiros (e.g a ciência não é absoluta, teorias não se tornam leis, a criatividade tem papel importante, etc.), mas sim as questões que, por serem sutis (e.g. a ciência é subjetiva), podem levar estudantes e professores a um relativismo epistemológico de que a ciência carece de um método, que não fornece provas, que não está solidamente construída sobre evidências experimentais/observacionais, que seus resultados não são corroborados e, portanto, pode parecer tão provisório quanto qualquer outra forma de conhecimento.

Ao mesmo tempo em que há o receio de que certas ideias possam gerar má compreensão, a ciência também é dinâmica demais para ser definida apenas por ideias que não mudam com o tempo. Pensando nisso, Irzik e Nola (2014) propuseram o Método de Semelhança Familiar como alternativa às listas de consenso, onde ensinar NdC se inicia pela comparação de diferentes áreas da ciência (e.g. astronomia, biologia, química, etc.) de modo a encontrar características em comum (e até mesmo diferenças) que as fazem científicas. Para tal, cria-se diferentes categorias que permitam a comparação pretendida.

Como exemplo do Método de Semelhança Familiar aplicada, Irzik e Nola (2014) citam que, pela ótica de uma categoria denominada “processo de investigação”, é possível identificar que áreas como química ou física trabalham com experimentações, diferentemente da astronomia e a ciência dos terremotos que não conseguem aplicar o mesmo método em seus estudos. Dentro da categoria “objetivos e valores”, é possível verificar que muitas ciências buscam fazer previsões, mas nem todas tem sucesso, tal como a medicina, que pode prever estatisticamente a ocorrência de muitas doenças sob certas condições, sem ser capaz de dizer quem as desenvolverá e quando. Ou ainda, pela categoria “métodos”, é possível identificar que o método hipotético-dedutivo é útil na física, enquanto na medicina clínica há

preferência pelos experimentos duplo-cegos randomizados e na área dos estudos do genoma os métodos indutivos baseados em dados fazem mais sentido.

Por fim, Irzik e Nola (2014) afirmam que, pelo Método de Semelhança Familiar, estudantes podem ter a noção de que diferentes áreas da ciência podem ser parecidas em certas categorias e diferentes em outras, o que poderia não ocorrer se lhe fossem simplesmente fornecidos uma lista do que define o conhecimento científico, trazendo assim o entendimento de que não há um método único de investigação, que a ciência produz conhecimento válido, embora falível etc.

Outra alternativa às listas consensuais foi trazida por Romero-Maltrana e Duarte (2020) que propõem a exploração da NdC por meio de metacategorias. Essa proposta assemelha-se ao Método de Semelhança Familiar, porém as metacategorias seguem uma sequência hierárquica, onde cada metacategoria depende da anterior. Por não serem exclusivas da ciência, as metacategorias podem ser usadas não apenas na comparação entre diferentes disciplinas científicas, mas também entre disciplinas científicas e outros empreendimentos humanos (e.g. campanha política, composição musical, construção de negócios, etc.). As quatro metacategorias propostas são (utilizando “publicação de artigo científico” como exemplo de empreendimento):

- a) alvo: o objetivo ao ser alcançado pelo empreendimento (e.g. publicar os resultados de estudo recente);
- b) métodos: conjunto de regras e considerações gerais que devem ser levados em consideração a fim de atingir o objetivo selecionado (e.g. ponderar o fator de impacto da revista, adaptar às normas editoriais, submeter à revisão, etc.);
- c) atividades: conjunto de tarefas (ações), enquadradas na metodologia escolhida, que são necessárias para alcançar o objetivo selecionado (e.g. preparar o artigo, melhorar o manuscrito de acordo com os argumentos dos revisores, etc.);
- d) produtos: resultados das atividades decorrentes da metodologia escolhida para cumprir o objetivo selecionado (e.g. um artigo publicado em um periódico científico).

Os autores complementam que os metacategorias, entendidas como uma estrutura que orienta a exploração das dimensões da ciência (e não como uma parte fixa do conhecimento), promovem a liberdade dos professores e são flexíveis o suficiente para abraçar as próprias

visões pessoais do professor sobre a ciência e pontos de vista filosóficos sem cair em alguma forma de relativismo epistêmico (ROMERO-MALTRANA; DUARTE, 2020).

Para Allchin (2017), mais do que ensinar os conceitos da NdC, é preciso também ensinar uma postura de análise da NdC, ou seja, o ideal é que os alunos desenvolvam o hábito de perguntar: “Como sabemos isso?” ou “Com base em evidências e experiência, como podemos ter confiança nesta afirmação científica em particular?”. Dessa forma, o autor também defende que as listas consensuais sobre NdC estão obsoletas, propondo então a abordagem *Whole Science* (ciência integral). O termo nasce da analogia na qual professores e estudantes precisam de uma dieta com elementos fundamentais para se compreender a NdC, sendo então as listas vistas como alimentos ultra processados pouco saudáveis.

Na abordagem *Whole Science*, é fundamental que a NdC seja contextualizada de acordo com elementos históricos e culturais, o que pode ser organizado em um inventário constituído por três dimensões: observacional (observação e medidas, experimentos e instrumentos), conceitual (padrões de raciocínio, dimensões históricas e dimensões humanas) e sociocultural (instituições, os vieses, o financiamento da pesquisa e a comunicação científica). Isso é exemplificado por Bejarano, Aduriz-Bravo e Bonfim (2019) que citam uma história parcialmente ficcional onde três cientistas disputam o prêmio Nobel de Química. Uma comissão analise diferentes critérios para definir o vencedor, o que serve de base para que estudantes reflitam sobre diferentes aspectos de NdC, tal preocupação com a humanidade (relação da sociedade com a ciência e da ciência com a sociedade), prática científica (ética na produção e análise de dados, a ética na comunicação etc.).

Allchin (2017) também cita que, numa orientação *Whole Science*, o que importa não é qualquer definição formal de ciência, mas a fiabilidade das afirmações. Consequentemente, essa abordagem permite que os estudantes identifiquem que até mesmo qualquer conclusão pseudocientífica ou pensamento questionável inevitavelmente exibirá alguma falha na justificativa epistêmica, mesmo se formulada em termos científicos.

É possível então perceber que, mesmo depois de diversos argumentos sobre a natureza da ciência, muitos dos educadores de ciências, filósofos ou sociólogos chegaram a um consenso sobre isso e concluíram que o conhecimento científico é provisório, baseado em evidências empíricas e embutido em contextos socioculturais (TANWAR, 2020). Porém, definir NdC para que os estudantes tenham visões adequadas é apenas um dos desafios, sendo o outro, como aliar a prática com o cotidiano.

3.3 EM BUSCA DO LETRAMENTO CIENTÍFICO ATRAVÉS DA INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA

A Investigação Científica (*Scientific Inquiry*), no contexto do letramento científico, aborda como funciona a pesquisa científica, que, em linhas gerais, pode ser descritiva, correlacional e experimental, o que já denota o erro de concepção da crença em um método científico único (LEDERMAN; LEDERMAN; ANTINK, 2013). O objetivo, então, do ensino de NdC é que os alunos sejam peritos em projetar e conduzir investigações científicas? Não necessariamente, pois, conforme citam também Lederman, Lederman e Antink (2013), há maior praticidade em fazer com que os estudantes compreendam o fundamento lógico de uma investigação e analisem criticamente as afirmações feitas a partir dos dados disponíveis. Tal fato é bem sintetizado por Scarpa e Campos (2018):

Há um mito recorrente de que o ensino por investigação na escola é o mesmo do que realizar investigações científicas na ciência, mimetizando a atividade dos cientistas. O ensino por investigação é mais amplo do que o fazer ciência, envolvendo o uso de diversas estratégias didáticas para coletar dados e informações que permitam alguma analogia ou construção de conceitos científicos. Além disso, os tempos, os espaços, as motivações para a realização da investigação e seus objetivos são muito diferentes: enquanto na ciência pretende-se construir conhecimentos novos sobre o mundo, na escola, espera-se que os estudantes construam conhecimentos e habilidades novos para si mesmos. (SCARPA; CAMPOS, 2018).

De fato, Hodson (2014) faz uma distinção clara entre "aprender ciência", "aprender sobre ciência" e "fazer ciência":

- a) aprender ciência: quando os alunos exploram seu próprio entendimento e o desenvolvem em resposta às experiências e desafios do professor. Por sua vez, esse tem o papel de garantir que incorporem significados específicos (geralmente contidos nos currículos);
- b) aprender sobre ciência: quando os alunos desenvolvem uma compreensão da ciência como uma prática pra estudar fenômenos, eventos e construção de teorias, ou seja, em como o conhecimento científico é negociado por uma interação complexa de evidências coletadas experimentalmente (ou dados acumulados de outras formas), de argumentação teórica, de inspiração criativa individual e como é influenciado por aspectos sociais;

- c) fazer ciência: quando os alunos são levados a se envolver na investigação científica, ou seja, em como proceder com um experimento. Precisa ser o problema do aluno, investigado da maneira do aluno, com o professor atuando como modelo, recurso de aprendizagem, facilitador, consultor, suporte crítico e emocional.

Ainda que nem todos trabalhem diretamente com ciência, é essencial que as pessoas possuam entendimento de como funciona a investigação científica pra que possam avaliar e separar a verdadeira ciência de afirmações falsas, negacionistas e pseudocientíficas que chegam pelas mais diversas vias (ČAVOJOVÁ; ŠROL; JURKOVIČ, 2019). Assumindo, então, que não só estudantes estão passíveis de erros de concepção, mas também professores, Suprpto (2020) afirma que os equívocos a respeito de ciências podem ser divididos em cinco grupos principais:

- a) noções pré-concebidas: geralmente provindas do cotidiano, entram em conflito com as explicações científicas pouco intuitivas, dificultando a aprendizagem;
- b) crenças não científicas: são trazidas a partir do ensino mítico ou religioso, o que pode gerar conflito quando confrontadas por abordagens científicas;
- c) mal-entendidos conceituais: surgem a partir de explicações de especialistas que não são bem compreendidas, gerando insatisfação e construção de modelos errados que limitam o processo educacional;
- d) equívoco da língua local: surge do uso de palavras que possuem diferentes significados no uso cotidiano e do ponto de vista científico;
- e) equívoco factual: erros aprendidos na infância que permanecem inalterados até a vida adulta, geralmente causados por concepções errôneas de pais, professores e até livros didáticos.

De fato, a falta de aceitação pública de afirmações científicas bem confirmadas tem sido um desafio para o ensino de ciências. Weisberg *et al.* (2020) identificaram que indivíduos com maior conhecimento sobre aspectos da NdC aumentaram a probabilidade de se aceitar consensos científicos (teoria da evolução das espécies, mudanças climáticas e segurança das vacinas). Entretanto, também foi identificado que pessoas mais religiosas, mesmo aquelas com conhecimento sobre NdC, tendem a ter maior dificuldade em aceitar consensos científicos relacionados a evolução e mudanças climática, por exemplo.

Conforme corroborado por Vaughn, Brown e Johnson (2020), estudos na área da neurociência revelam que o conflito cognitivo e a incerteza estão estritamente relacionados a repostas emocionais negativas, onde fatores psicossociais podem trabalhar contra a mudança conceitual, tal como: ser emocionalmente investido em um equívoco, não ver nenhuma falha ou não ser motivado a descartar um equívoco mantido, expectativas culturais para manter um equívoco ou não acreditar que a fonte de novas informações é confiável. Isso demonstra que intervenções educacionais para mudanças conceituais devem avaliar os sentimentos de insegurança nascidas de experiências de conflito cognitivo. Além disso, é importante que ocorra participação em investigações científicas, promoção de construções psicossociais adaptativas (ou seja, valores de utilidade) e leitura de textos de refutação (ou seja, um texto que contesta diretamente um equívoco conhecido).

Quando se fala em equívocos no contexto da atualidade, é vital entender como as redes sociais estão se tornando a mídia dominante e com um papel fundamental na transmissão de informações. Nesse sentido, Höttecke e Allchin (2020) afirmam que o ensino de NdC deve desenvolver uma compreensão para analisar e avaliar afirmações científicas feitas por cientistas e pela mídia. Trata-se então de desenvolver uma literacia midiática científica, onde um cidadão/consumidor bem informado consegue interpretar as informações científicas trazidas pela mídia e tem noção de princípios como:

- a) conhecimento científico público é inevitavelmente mediado: em linhas gerais, afirmações científicas confiáveis partem dos cientistas e são interpretadas e avaliadas por profissionais da mídia. Esses também regulam e limitam alegações injustificadas de não especialistas e de falsos especialistas. Por sua vez, consumidores de notícias e cidadãos enfrentam a responsabilidade de identificar a mídia confiável e buscar reconhecer e regular o efeito de seus próprios vieses cognitivos.
- b) consenso de especialistas: a ciência não é uma democracia de opinião pessoal casual. Os pontos de vista que importam são daqueles que têm conhecimento relevante, habilidades para interpretar resultados específicos e consciência de possíveis falhas de raciocínio;
- c) confiança epistêmica: nenhum cientista pode ser especialista em todas as coisas. Sempre que os cientistas realizam um experimento, eles já decidiram implicitamente confiar em seus colegas de trabalho, assistentes de laboratório, técnicos e fabricantes de seus equipamentos de laboratório. Embora o ceticismo seja frequentemente

- apresentado como uma marca registrada da ciência, a confiança epistêmica é, ironicamente, essencial para a ciência como um empreendimento social;
- d) algumas afirmações expostas na mídia não têm qualquer base em pesquisa, mas são boatos ou deliberadamente planejadas para competir ou ofuscar a ciência genuína;
 - e) mídia científica: há diversas mídias que tratam sobre a popularização da ciência. Essas possuem o papel de alertar o público sobre informações e perigos ocultos, analisar a qualidade da ciência em debates públicos, tornar mais compreensíveis publicações científicas, examinar as fontes e garantir que venham de especialistas bem informados e reconhecidos.

Outra problemática quanto ao ensino de ciências é a da retenção a longo prazo dos conhecimentos sobre NdC. Durante o ano letivo de 2006–2007, o pesquisador Yacoubian (2021), também um professor de ciências do ensino médio na época, projetou e ministrou um curso de biologia usando uma estrutura contextualizada e reflexiva baseada em NdC. Apesar dos benefícios trazidos a curto prazo, após o curso, em 2019, os mesmos estudantes apresentaram concepções de NdC bem distintas. Aqueles que continuaram os estudos em cursos universitários na área das ciências mantiveram muitas das concepções adequadas em NdC, sugerindo que, embora NdC não tenha sido abordada explicita e frequentemente durante a vida universitária, tais estudantes puderam refletir e praticar seus conhecimentos em NdC. Por outro lado, aqueles que cursaram áreas fora do contexto científico pouco ou nada retiveram de seus aprendizados sobre NdC, levantando a questão sobre como estimular o conhecimento científico mesmo para aqueles que não estudam ou trabalham diretamente com ciência.

Quando se fala na aplicação dos conhecimentos sobre NdC, a argumentação possui um papel importante, conforme afirma a Organização para o Desenvolvimento Econômico e Cooperativo (OECD, 2019), que consideram a argumentação como um componente essencial para cidadãos cientificamente letrados nas sociedades do século XXI. Apesar da argumentação promover práticas como avaliar alternativas, pesar evidências e avaliar a viabilidade potencial de afirmações científicas, Kilinc, Demiral e Kartal (2017) afirmam que muitos professores de ciências ainda usam abordagens monológicas em suas aulas, de modo que não há uma troca recíproca de história, cultura e experiência entre os lados, o que limita o desenvolvimento da argumentação.

Khishfe (2021) comparou dois grupos (Controle e Tratamento), para os quais foram fornecidas instruções explícitas sobre argumentação, porém, somente para o grupo Tratamento foram abordadas instruções explícitas sobre NdC. Embora ambos tenham apresentado melhorias de argumentação, o grupo Tratamento apresentou um grau maior de desenvolvimento, além de apresentarem conhecimentos sobre NdC. A pesquisa demonstrou que abordar diretamente a argumentação é eficaz, mas melhores resultados são alcançados quando o ensino explícito de NdC permite a construção dos argumentos com base em evidências, possibilitando a resolução de problemas contextualizados sociocientificamente.

Resultados semelhantes foram encontrados por Archila, Molina e Mejía (2020) ao utilizarem controvérsias científicas históricas (no caso, a importância de se lavar a mão proposta pelo obstetra húngaro Semmelweis para a redução de casos de febre puerperal) para a promoção da argumentação. É importante salientar que os resultados mostram que a articulação desta controvérsia histórica com a tomada de decisões, o debate em pequenos grupos e as atividades de debate com toda a classe podem ser úteis para promover a argumentação dos alunos de graduação. A recente pandemia da Covid-19 fornece oportunidades de abordagens análogas que devem ser trazidas à tona no processo de ensino de ciências.

Muito se fala na mudança de abordagem no ensino de ciências, mas para que essa prática seja adotada de forma adequada, há a necessidade de se contextualizar a realidade de cada grupo de interesse. Para tal, a literatura dispõe de diversos instrumentos de avaliação de concepções de NdC que permitem fazer diagnósticos e avaliar a transformação de alunos e professores mediante a aplicação de estratégias adequadas de ensino (AYALA-VILLAMIL; GARCÍA-MARTÍNEZ, 2021).

Ressalta-se que não há pretensão em limitar o letramento científico ao que foi apresentado até aqui, mas sim demonstrar que há diversas possibilidades de metodologias que são objetivamente mais eficazes em relação a abordagens de ensino mais tradicionais. Esse limite se estende a outras fronteiras de conhecimento que são complementares ao letramento científico, a medida em que este se beneficia de algumas práticas inerentes a construção do conhecimento científico, como a argumentação, a análise de problemas, coleta/avaliação de dados e sintetização de informações (MEMIŞ; AKKAŞ, 2020). Dessa forma, tais práticas levam a outro elemento que, embora não exclusivo da ciência, possui profunda ligação sinérgica com a prática científica: o Pensamento Crítico.

3.4 PENSAMENTO CRÍTICO E A CIÊNCIA

Falar das origens do Pensamento Crítico é retornar aos filósofos gregos como Sócrates, que há mais de dois mil anos já havia trazido importantes questionamentos a respeito das crenças e valores pessoais, encorajando seus alunos a explorar suas próprias crenças e, subsequentemente, a construir visões mais fortes e acadêmicas. Sócrates respeitou as experiências, entendimentos e conhecimentos que os indivíduos adquiriram ao longo das experiências de vida e acreditava que, por meio do questionamento, o conhecimento previamente obtido poderia ser usado para desenvolver o pensamento apoiado em fundamentos lógicos (NAPPI, 2017).

No século XVII, na França, o filósofo René Descartes trouxe a base do pensamento científico moderno através da busca da verdade por meios racionais e críticos. Na obra “Discurso do Método”, Descartes afirma que a razão é o que permite, não apenas julgar, mas julgar bem, de modo a distinguir o verdadeiro do falso a respeito do objeto (e.g. problema) a ser analisado. Julgar é inato ao ser humano, então o chamado método de Descartes propunha uma forma firme de manter o julgamento “limpo” para não se tomar o falso pela verdade (BATTISTI, 2010). Dessa forma, Descartes (1996) falava da importância de nunca aceitar coisa alguma como verdadeira sem que a conhecesse evidentemente como tal, tendo assim cuidado ao aderir nada mais além do que é claro e distinto.

É notório que a própria construção do pensamento científico ao longo da história se deu pelo contínuo uso do pensamento crítico em relação aos conhecimentos anteriores: a física intuitiva de Aristóteles que buscava ir além das explicações divinas; a posterior fusão da filosofia aristotélica com os preceitos bíblicos na Idade Média por Tomás de Aquino; a contestação de Francis Bacon em prol de uma ciência mais experimental; a blasfêmia de Nicolau Copérnico, ao propor o sistema heliocêntrico; o apoio de Galileu Galilei e Giordano Bruno ao sistema copernicano, sendo este último condenado à fogueira pela igreja; a revolucionária matematização do mundo pelo físico Isaac Newton; o indutivismo de David Hume que influenciou todo o positivismo do Círculo de Viena; o pós-positivismo que criticou e refutou os excessos positivistas (NOUVEL, 2013).

É importante notar que durante a aceitação do positivismo lógico, o behaviorismo era o campo dominante nos estudos da psicologia, focado no estudo do comportamento, estímulos e respostas. Ao questionar o positivismo, os pós-positivistas embasaram filosoficamente uma

nova abordagem, a psicologia cognitiva (CASTAÑON, 2007), que rejeitava o behaviorismo por ser excessivamente mecanicista e incompleto para entender os processos mentais superiores, tal como a consciência e as percepções individuais. Dessa forma, a psicologia cognitiva moderna lida com temas como solução de problemas, tomada de decisões, processamento e compreensão das informações (LEFRANÇOIS, 2018).

Com a ascensão das teorias da psicologia cognitiva, houve a possibilidade do desenvolvimento de abordagens menos behavioristas no campo da educação, que focavam demasiadamente na memorização de conteúdo, fortalecendo assim o Construtivismo (CASTAÑON, 2007; THOMPSON, 2011), uma abordagem filosófica cognitivista interpretacionista que se ocupa em como o indivíduo conhece e interpreta os objetos do universo. O aluno então deixa de ser um mero receptáculo de conhecimento e passa ser agente da construção de sua própria estrutura cognitiva, tal como aborda autores como Jean Piaget, Lev Vygotsky, David Ausubel, Joseph Novak, dentre outros (MOREIRA, 1999). Dessa forma, o pensamento crítico, enquanto processo, está diretamente ligado ao modo construtivista de ensino e aprendizagem (THOMPSON, 2011).

3.5 CONCEPÇÕES ATUAIS SOBRE O PENSAMENTO CRÍTICO

A definição de Pensamento Crítico (PC), embora complexa, já atingiu relativa estabilidade à medida em que diversos autores chegaram a abordagens semelhantes. Para Vieira, Tenreiro-Vieira e Martins (2011), por exemplo, o pensamento crítico (PC), também chamado de senso crítico, pode ser caracterizado como uma reflexão que envolve ferramentas intelectuais e que permitam a resolução de problemas, a análise de argumentos, o julgamento de credibilidade de fontes de informação e a tomada de decisões com base em evidências. Analisando o “estado da arte” sobre o Pensamento Crítico, Pettersson (2020) identificou um modelo geral de PC dividido em duas partes:

- a) é um agrupamento de habilidades intelectuais e raciocínio necessários para a formação de crenças baseadas em evidências, tomadas de decisão sólidas e julgamentos reflexivos. Na prática do cotidiano, são as aptidões para participar de discussões e debates em que somos obrigados a construir argumentos bem fundamentados e, inversamente, avaliar os argumentos dados por outros. Falhas neste elemento geralmente levam a falácias, como raciocínio circular, *ad hominem*, etc.

- b) habilidades de raciocínio e julgamento podem ser insuficientes se o indivíduo não possuir interesse em empregar no cotidiano. Sendo assim, há a necessidade de se criar um hábito mental chamado “espírito crítico”, de modo a animar um pensador crítico a usar suas habilidades de forma ativa e voluntária. Para tal, é preciso criar qualidades como amor pela verdade, mente aberta, senso de justiça, autoconfiança e coragem intelectual, prevenindo assim os sofismas (situações em que o pensador, ainda que tenha habilidades críticas, use argumentos duvidosos com intuito apenas de defender a si mesmo).

Mulnix (2012), além de estar em acordo com Peterson ao afirmar que um pensador crítico proficiente é aquele que dar razões verdadeiras para suas declarações e entende o que conta ou não como uma boa inferência entre afirmações, também alerta para não confundir PC com outros processos mentais, como o pensamento criativo ou a intuição, ainda que seja adequado estimular tais processos em conjunto com o PC.

Vale ressaltar sobre as diferenças entre as abordagens sobre PC e inteligência. Butler, Pentoney e Bong (2017) relatam que o conceito de inteligência e os consequentes testes para medi-la são controversos e falhos em capturar a capacidade das pessoas de pensar em relações sociais ou tomadas de decisão no mundo real. Em outras palavras, testes indicam que pessoas mais inteligentes não são mais propensas a evitar vieses cognitivos comuns ou preferirem argumentos equilibrados do que pessoas menos inteligentes. O pensamento crítico, por outro lado, é mais objetivo quanto às definições e abordagem, sendo mais preciso para prever se uma pessoa usará um bom raciocínio ou exercerá um bom julgamento. De fato, habilidades de pensamento crítico podem ser ensinadas e aprimoradas, fazendo com que indivíduos com maior nível de PC tenham a tendência de cometer menos erros de decisão (BUTLER; PENTONEY; BONG, 2017).

Para além das conceituações filosóficas, o que a psicologia cognitiva pode oferecer em relação ao PC? Recapitula-se o Capítulo 2, quando a natureza psicológica das pseudociências foi analisada através da ótica da Teoria do Processo Dual. O Sistema 1, por ser rápido e automático, está constantemente a mercê de cometer vieses cognitivos, ao mesmo tempo em que o Sistema 2, mais analítico e usado pra resolver tarefas complexas, corre o risco de assumir vieses do Sistema 1 como verdades (KAHNEMAN, 2011; EVANS, 2019). Porém, é o Sistema 2 que está diretamente relacionado aos processos racionais e, conseqüentemente, a

própria essência do chamado pensamento crítico. Pensar criticamente é o mesmo que raciocinar bem, ou seja, um bom pensador deve ser capaz de dar razões que verdadeiramente apoiem as declarações ou crenças que afirmam apoiar (MULNIX, 2012).

Curiosamente, o entendimento de como o pensamento crítico e o processo dual estão interligados pode ser facilitado por uma analogia sobre dirigir um veículo. Qualquer motorista novato sente dificuldades em realizar as múltiplas tarefas necessárias para a condução de um carro, tal como aplicar a marcha correta, prestar atenção às placas de sinalização, não ultrapassar o limite máximo de velocidade, ficar atento a travessia de pedestres, etc. Essas tarefas são realizadas pelo Sistema 2 e requerem esforço cognitivo para serem processadas. Em contrapartida, é notável como motoristas mais experientes se tornam hábeis a ponto das múltiplas tarefas se tornarem triviais. Conforme citam Neys e Pennycok (2019), a aprendizagem ocorre quando tarefas do Sistema 2 são cognitivamente automatizadas e passam a ser feitas de forma intuitiva pelo Sistema 1.

Pensar criticamente é entender que o pensamento pode ser tendencioso, mas que muitos vieses cognitivos podem ser diminuídos ou eliminados através do esforço consistente. É possível, então, tornar tarefas complexas (como dirigir um carro ou pensar criticamente) em uma atividade intuitiva, porém lógica. A ideia é que o conhecimento lógico intuitivo das pessoas emerge de um processo de aprendizagem no qual os princípios-chave foram praticados até a automaticidade (por exemplo, por meio de currículo escolar) (NEYS; PENNYCOK, 2019).

3.6 O PENSAMENTO CRÍTICO NA PRÁTICA

Muitas pessoas relutam para avaliar as evidências e, como consequência, podem fazer escolhas erradas. O excesso de informações disseminadas na atualidade também é um problema a partir do momento que muitas pessoas possuem a predisposição em aceitar e propagar ideias sem que haja contestação quanto a validade das afirmações (GUZZO; GUZZO, 2015).

Na chamada Era da Pós-Verdade, é essencial que os usuários de notícias desenvolvam e mantenham uma maneira cética de saber e cultivem a capacidade de discernir informações imparciais e baseadas em evidências para fazer julgamentos sólidos. Nesse sentido, a pesquisa

de Ku *et al.* (2019) trouxe importantes contribuições de como o pensamento crítico pode se desenvolver por meio de alguns hábitos entre adolescentes frente às redes sociais. Dois pontos podem ser considerados:

- a) os algoritmos usados pelas redes sociais podem criar armadilhas de expor os usuários apenas a conteúdos que estão de acordo com suas opiniões. Porém, adolescentes que possuem o hábito de buscar notícias para se informar (não somente por *status* ou conexão social), de checar as fontes e que tem conhecimento sobre a existência dos algoritmos de filtragem de notícias, tiveram um desempenho melhor em pensar criticamente sobre uma notícia, característica essa observada majoritariamente nos adultos. De fato, houve uma forte tendência dos mais jovens a buscar notícias para manter relacionamentos com colegas em particular;
- b) há evidências que apontam para uma relação positiva entre o conhecimento do funcionamento da mídia de notícias e uma preferência por consumir notícias de boa qualidade, ou seja, como as notícias são produzidas, como os jornalistas podem representar a realidade de mais de uma maneira e como o público pode interpretar as mensagens de notícias de maneiras diferentes. Porém, analisar a qualidade de evidências (definir o que constitui uma evidência, quais evidências estão faltando, etc.) é um dos maiores desafios encontrados pelos adolescentes e até mesmo por adultos.

Em um artigo publicado na revista *Nature*, Oxman *et al.* (2019) afirmam que, infelizmente, as pessoas muitas vezes deixam de pensar criticamente sobre a confiabilidade das afirmações e a escola não faz o suficiente para preparar os jovens para pensar criticamente. Então, no âmbito do ensino-aprendizagem, o que pode ser feito?

Em primeiro lugar, é importante salientar que o pensamento crítico, por si só, é insuficiente para diminuir erros e vieses, conforme afirmam Monteiro *et al.* (2019). Esses autores identificaram que, ainda que médicos possuíssem habilidades de identificar e evitar vieses cognitivos, não estavam menos propensos a cometer erros de diagnóstico, pois a falta de conhecimento de alternativas de diagnósticos teve um peso maior nos erros cometidos. Dessa forma, o PC só faz sentido quando o indivíduo possui conhecimento prévio do assunto de interesse que permita conhecer várias alternativas de resolução de um determinado problema e, assim, escolher as melhores formas.

Se o desenvolvimento do PC deve estar associado a prática da área de conhecimento de interesse (MONTEIRO *et al.*, 2019), uma das abordagens de ensino-aprendizagem que ganhou notoriedade nos últimos anos é a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL, do inglês, *Problem-Based Learning*). Consiste em um modelo que utiliza problemas reais como base para a aquisição de conhecimentos por meio da capacidade de pensar criticamente na busca de soluções e identificação de causas (NADEAK; NAIBAH, 2020).

Há vários trabalhos que utilizam PBL para desenvolver PC em diferentes contextos. Ristanto *et al.* (2020) aplicaram a abordagem CIRC (*Cooperative Integrated Reading and Composition*), que consiste em um projeto de aprendizagem centrado no aluno, cooperativo e com foco em atribuições de estudo críticos sobre leitura e apresentação do resultado por meio da apresentação em classe. Em alunos de biologia que estudavam sobre o sistema respiratório e excretor, os resultados demonstraram que o CIRC foi mais eficaz no desenvolvimento de PC do que métodos tradicionais de ensino. Em outro trabalho, Jirana, Suarsini e Lukiati (2020) compararam dois grupos de futuros professores de biologia, um com a aplicação de um método PBL e outro sem, com isso demonstrando diferenças significativas entre os grupos no desenvolvimento de habilidades de PC e estimulação da criatividade. Resultados semelhantes foram encontrados por Fitriani *et al.* (2020) ao combinar uma abordagem PBL que demonstrou ser efetiva em desenvolver as habilidades de PC e atitudes científicas de alunos de biologia.

Em segundo lugar, a vontade de pensar criticamente (disposição ao PC) é tão importante quando a habilidade de praticar o raciocínio crítico, conforme afirmam Fasce e Picó (2019), o que corrobora o conceito de “espírito crítico” identificado por Petterson (2020). A disposição para pensar criticamente tem sido associada à melhoria do desempenho acadêmico, à aprendizagem profunda, à boa prática profissional, à especialização profissional, à diminuição da ansiedade, à resiliência do ego e à superação do viés cognitivo no raciocínio (SOSU, 2013).

Em terceiro lugar, o fator tempo de desenvolvimento de PC também é fundamental. Por meio de um treinamento em PC de professores de ensino superior, Janssen *et al.* (2019) identificaram efeitos positivos de se abordar explicitamente sobre vieses de raciocínio em conjunto com atribuições focadas na prática de ensino. Porém, foi identificado que após a primeira sessão de treinamento, as habilidades em PC caíram temporariamente, sendo restaurado na terceira e última sessão. Isso demonstra que desenvolver habilidades em PC

requer tempo suficiente para adquirir as habilidades complexas de PC e ganhar confiança em sua capacidade de ensiná-la, tanto por meio de espaçamento entre as sessões de treinamento, quanto pela repetição de tarefas em diferentes contextos.

Em quarto lugar, o ensino de ciências possui um papel importante no desenvolvimento do PC à medida em que pensar criticamente está estritamente relacionado ao pensamento científico, envolvendo aspectos de análise de variáveis, confiabilidade de fontes, correlação e causa, assim como testes de hipóteses (VIEIRA; TENREIRO-VIEIRA; MARTINS, 2011). Nesse âmbito, Silva (2016) cita pontos importantes onde o PC se faz necessário na construção do pensamento científico:

- a) na confirmação e refutação de hipóteses: a análise deve ser feita com cautela e sempre considerando hipóteses alternativas. Havendo conflito entre hipóteses, a escolha se dará por meio de testes empíricos suplementares e pelo grau de simplicidade, precisão e alcance;
- b) no raciocínio causal: parte do princípio que correlação não implica em causalidade, ou seja, o estudo da relação causa-efeito. Muitos estudos científicos são de caráter correlacional, sendo de vital importância a consideração de diferentes possibilidades interpretativas;
- c) no contexto da Pseudociência: identificar os traços característicos das pseudociências, assim como fundamentação de juízo;
- d) no papel dos valores da ciência: refletir sobre as ideias que contrariam a neutralidade da ciência, tais como os argumentos metodológicos (investigação científica influenciada por agentes externos), sociológicos (influência da sociedade) e linguísticos (a ciência deve incidir sobre possíveis contaminações axiológicas da linguagem científica).

Essas características já fornecem uma noção de como o Pensamento Crítico e o letramento científico podem ser usados em conjunto no ensino de ciências. Nesse sentido, Vieira e Tenreiro-Vieira (2014) corroboram que há algumas abordagens que parecem ser comuns a muitos autores sobre o que deve ser abordado no ensino de PC, tais como: fazer e responder a questões de clarificação, resumir, analisar argumentos, avaliar a credibilidade de fontes, fazer deduções, formular hipóteses e conclusões, fazer juízos de valor, identificar falácias, identificar assunções e argumentar.

Ainda sobre a importância do ensino de ciências, Fasce e Picó (2019), testaram a relação entre crenças injustificadas (pseudociência, paranormalidade e teorias da conspiração) e o letramento científico (confiança na ciência, conhecimento científico e pensamento crítico). Semelhante ao encontrado por Monteiro *et al.* (2019), o desempenho em pensar criticamente por si só não é suficiente para diminuir as crenças injustificadas, porém, o letramento científico (que aborda o PC de forma contextualizada) mostrou-se efetiva contra crenças pseudocientíficas e paranormais. Os autores complementam: ensinar fatos científicos é insuficiente e o desenvolvimento da confiança na ciência é tão importante quanto o ensino das teorias científicas, principalmente quando se lida com teorias da conspiração.

Sendo assim, Vieira, Tenreiro-Vieira, Martins (2011) consideram que o PC pode ser desenvolvido nas aulas de ciência por meio das seguintes atividades:

- a) participação em discussões;
- b) escrever artigos posicionais;
- c) análise de artigos de periódicos sobre questões sócio-científicas controversas;
- d) geração de conhecimento relevante, usando fontes confiáveis;
- e) declaração de uma posição informada;
- f) construção de argumentos e contra-argumentos válidos com base em evidências precisas;
- g) analisar de argumentos e contra-argumentos;
- h) formulação de respostas a perguntas que esclarecem ou desafiam.

É importante retomar o artigo da revista científica *Nature* que deixa claro quais os princípios devem ser ensinados para a formação de cidadãos de todas as idades que pensam criticamente sobre afirmações e comparações (OXMAN *et al.*, 2019). Alguns deles são: alegações sobre algum efeito devem ser apoiada por evidências de comparações justas; mais dados não são, necessariamente, dados melhores; estudos isolados podem apresentar resultados enganosos; soluções ou terapias usadas há séculos não significam que são eficientes; novas e impressionantes soluções não significam que são melhores que as alternativas já disponíveis; experiências pessoais por si só não são confiáveis; opiniões de especialistas, autoridades ou celebridades não bastam para embasar uma alegação; estudos devem fazer comparações justas, projetadas para minimizar o risco de vieses e erros aleatórios. Por fim, Ku *et al.* (2019) concluem:

Além do conhecimento básico sobre notícias, os jovens precisam aprender a ler, analisar e avaliar mensagens de notícias. Isso requer uma combinação do currículo tradicional, onde os jovens adquirem conhecimentos básicos sobre notícias e estratégias de verificação de informações, e exercícios práticos, onde os alunos têm a oportunidade de transformar o conhecimento em realidade e se tornarem hábeis na análise de notícias. A aplicação de exemplos de notícias locais pode ser uma abordagem eficiente para atingir a aquisição de conhecimento e o domínio de habilidades. (KU *et al.*, 2019).

3.7 O PAPEL DA UNIVERSIDADE NA INTEGRAÇÃO DO PENSAMENTO CRÍTICO E O LETRAMENTO CIENTÍFICO

Em vista dos estudos abordados até aqui, está claro que os conceitos de PC, bem como sua aplicabilidade e importância, estão bem fundamentados sem que isso extinga a necessidade de contínuos aprimoramentos. Está claro que há estrita relação entre PC e o letramento científico, conforme cita Tenreiro-Vieira que, em 2004, já apontava sobre a relação entre pensar criticamente e o contexto do ensino de ciências, onde o conhecimento científico deve permitir que os alunos sejam capazes de usar o conhecimento que possuem para organizar e gerar novas informações, participar nas escolhas sociais e políticas e argumentar nas questões públicas que envolvem a ciência e a tecnologia (TENREIRO-VIEIRA, 2004).

Dessa forma, não há como se falar em letramento científico e pensamento crítico sem abordar a formação de professores em cursos universitários, particularmente a formação docente no Brasil. Muitos professores reconhecem que o ensino de Ciências deve ser capaz de atender a anseios do mundo moderno, ancorado nos princípios democráticos e com abordagens críticas, preparando os alunos para serem cidadãos mais atuantes e investigadores e despertando o desejo da descoberta (NASCIMENTO; MÓL, 2020). Ainda assim, nada impede que muitos desses mesmos professores ainda priorizem as aulas expositivas e trabalhos individuais em razão de, entre outros fatores, falta de hábito em resolver problemas e executar uma experimentação, dificuldade de guiar os problemas sem fornecer respostas imediatas às questões levantadas pelos alunos, dificuldade em promover a autonomia, etc. (SOUZA; CEDRO; MORBECK, 2019; SASSERON, 2019; SIQUEIRA; GOI, 2020).

Vale ressaltar que a relação entre PC e ciência aparece, por exemplo, em citações na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento de caráter normativo que define o conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos brasileiros devem desenvolver ao

longo das etapas e modalidades da Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio), tal como define o § 1º do Artigo 1º da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996). Esse fator é bem exemplificado em um trecho que aborda o papel da educação:

O estímulo ao pensamento criativo, lógico e crítico, por meio da construção e do fortalecimento da capacidade de fazer perguntas e de avaliar respostas, de argumentar, de interagir com diversas produções culturais, de fazer uso de tecnologias de informação e comunicação, possibilita aos alunos ampliar sua compreensão de si mesmos, do mundo natural e social, das relações dos seres humanos entre si e com a natureza. (BRASIL, 1996).

A BNCC invoca importantes preceitos para o desenvolvimento de práticas científicas por meio de ações investigativas que superem o mero ensino de fatos das ciências e promovam a autonomia intelectual. Porém, conforme exemplifica Sasseron (2019), a aplicação dos pressupostos da BNCC tem sido falha na formação dos professores de ciências, o que, conseqüentemente, afeta negativamente a promoção de competências científicas na formação de estudantes do Ensino Fundamental. Esse fato e muitos outros, vistos ao longo do presente trabalho, nos levam a hipotetizar que os currículos de cursos universitários estão defasados e não atendem adequadamente às necessidades da sociedade em combater concepções errôneas de ciência.

Há indícios recentes de que o Brasil carece de PC, conforme visto no Capítulo 2, sobre a massiva adesão a diversas formas de pseudociência e *fake news*, principalmente envolvendo a recente pandemia da Covid-19. Galhardi *et al.* (2020) analisaram as notícias falsas recebidas entre 17 de março e 10 de abril de 2020 em redes sociais, identificando que 65% delas ensinavam métodos caseiros para prevenir o contágio da Covid-19; 20% mostravam métodos caseiros para curar a doença; e 4,3% diziam respeito ao uso do novo coronavírus como estratégia política. O artigo também afirma que 62% dos brasileiros não sabem reconhecer se uma mensagem é falsa ou verdadeira e cerca de 110 milhões de brasileiros acreditam em notícias falsas sobre a Covid-19, ou seja, sete em cada 10 acreditaram em, ao menos, um conteúdo desinformativo sobre a pandemia.

É imprescindível que ocorram avaliações prévias para medir as competências em PC de estudantes, o que permitirá compreender, quantificar e/ou promover metodologias mais adequadas de desenvolvimento dos alunos em diferentes contextos (LOPES; SILVA; MORAIS, 2019). Da mesma forma, avaliar as concepções sobre ciências dos estudantes também se faz necessária para aprimorar o currículo de cursos universitários em prol da

formação de professores de ciências mais qualificados. Por fim, define-se os problemas da presente pesquisa a partir dos seguintes questionamentos: dentre os cursos universitários de ciências, estariam os estudantes, enquanto futuros pesquisadores, imergidos em um positivismo ingênuo ou crentes em práticas pseudocientíficas que venham a se tornar um empecilho a sua prática profissional? Ou será que os futuros professores, além de saberem sobre as concepções errôneas, possuem conhecimento suficiente para minimizá-las em seus futuros estudantes?

CAPÍTULO IV

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CONTEXTO DA PESQUISA

O presente trabalho parte da premissa de que as concepções errôneas se fazem presentes, não só no público geral, mas também entre cientistas e professores, sendo que, entender como o conceito de ciência é desenvolvido em graduandos ao longo do curso é importante para definir estratégias de correções e aperfeiçoamento ainda durante o processo de formação. Sendo assim, a pesquisa objetivou identificar quais as concepções científicas e errôneas de graduandos de um curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Amazonas. Para tal, os objetivos específicos são: (I) examinar quais as concepções dos alunos a respeito de temas relacionados a ciência, incluindo concepções errôneas (pseudocientíficas e positivistas ingênuas), disposição ao pensamento crítico, habilidades de raciocínio científico e relacionadas ao contexto pessoal dos graduandos (motivação para a prática científica e grau de força da fé religiosa); (II) identificar se e como essas concepções são desenvolvidas ao longo da trajetória acadêmica; (III) Identificar se tais concepções são diferentes entre estudantes de Bacharelado e Licenciatura. A pesquisa foi devidamente aprovada pelo Conselho de Ética em Pesquisa (CAAE: 45158821.2.0000.5020).

Parte-se da premissa que estudantes mais experientes possuem concepções diferentes daqueles com menos experiência, pois ao longo do curso, adquirem conhecimentos teóricos e práticos sobre o funcionamento da ciência. Dessa forma, a seguinte hipótese é proposta: as concepções errôneas possuem menor endosso à medida que os estudantes avançam no trajeto acadêmico, enquanto a disposição para o pensamento crítico, habilidades de raciocínio científico e motivação para a prática científica aumentam. A segunda hipótese proposta afirma que há diferenças significativas de concepções entre as modalidades licenciatura e bacharelado, levando em conta que ambas possuem discrepância quanto aos objetivos e ao currículo acadêmico.

Foi aplicado um questionário (chamado aqui de Questionário Geral), composto por diferentes escalas, aos estudantes de licenciatura e bacharelado de todos os períodos letivos do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), de modo a

permitir a visualização de desenvolvimento das concepções durante o trajeto universitário dos estudantes deste curso. Ressalta-se que os objetivos do estudo serão apresentados tendo-se assegurado a participação voluntária dos estudantes, assim como o seu anonimato. Os estudantes responderam o questionário de forma *online* por meio da plataforma Formulários Google, visando principalmente a segurança, em razão da recente pandemia do novo coronavírus. O link para o questionário foi distribuído através de grupos de Whatsapp e e-mails dos alunos de interesse.

Sobre o Curso de Ciências biológicas, os currículos das duas modalidades datam de 2012 com carga horária total distribuída em 8 períodos letivos, sendo 3.365 horas para bacharelado e de 3.320 horas para licenciatura. Embora ocorram muitas disciplinas distintas entre as duas modalidades, há uma disciplina em comum denominada Fundamentos de Pesquisa (Anexo A), no primeiro ano letivo. Sua importância está no objetivo de tornar o aluno apto a recapitular a evolução do pensamento científico, aplicar a lógica filosófica em ciência, reconhecer e questionar os fundamentos do processo científico e aplicar os fundamentos da elaboração de um projeto de pesquisa. A presença de tal disciplina terá implicações em como a presente pesquisa será realizada.

4.2 PATROCÍNIO DA PESQUISA

A pesquisa teve o patrocínio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) a partir do Programa de Apoio à Pós-Graduação *stricto sensu* (POSGRAD) que visa apoiar as instituições de ensino e pesquisa, de natureza pública e privada, sem fins lucrativos sediada no Amazonas.

4.3 OS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

O Questionário Geral aplicado está dividido em seis partes chamadas de escalas, cada uma correspondendo a uma concepção distinta e adaptadas de testes e escalas já existentes. As escalas são: (1) Disposição às Crenças Pseudocientíficas, (2) Força da Fé Religiosa (3) Disposição ao Positivismo Ingênuo (4) Escala de Disposição ao Pensamento Crítico (5) Escala de Raciocínio Científico (6) Confiança na Prática Científica. Embora o questionário

seja único, cada parte será analisada de forma independente. Com exceção da Escala de Raciocínio Científico, todas utilizam Escala Likert para a coleta de dados, portanto a presente pesquisa é classificada como quantitativa.

A Escala Likert está dividida em frases (questões) onde o sujeito analisado deve manifestar o grau de concordância, geralmente apresentando cinco opções, desde “discordo totalmente” até “concordo totalmente”. Atribui-se valores numéricos às respostas para refletir ao grau de adesão ou endosso do entrevistado à declaração, sendo que as declarações de concordância recebem valores mais altos, enquanto as declarações discordantes devem receber valores menores (FEITOSA *et al.*, 2014). Seguindo a abordagem de Sosu (2013), a cada questão é atribuída uma pontuação que, somada às demais, gera uma pontuação final que avalia o grau de endosso da concepção de interesse. Tal pontuação pode ser usada tanto para avaliar os entrevistados individualmente, quanto para avaliar o grupo ou realizar comparações entre grupos. As seis partes do Questionário Geral são descritas a seguir:

4.3.1 Escala 1: Disposição às Crenças Pseudocientíficas

Para testar se e quais pseudociências os estudantes de biologia apresentam tendência a acreditar, utilizou-se dois questionários, o *Pseudoscientific Belief Scale* (PSEUDO), proposto por Fasce e Picó (2019) e o *Pseudoscience Endorsement Scale* (PES), proposto por TorresBarberia e Rodríguez-Ferreiro (2020). O PSEUDO propunha 30 itens para a medição de crenças pseudocientíficas, incluindo dois tipos de pseudociência: 21 casos de promoção de pseudoteoria em Biologia, Psicologia, Física ou Medicina e nove itens que se referem à negação da ciência. Já o PES é uma escala que utiliza mitos populares e disciplinas pseudocientíficas (e.g. homeopatia), utilizando a escala Likert para avaliação das respostas, assim como o PSEUDO. Para a presente pesquisa, foram adaptadas 12 questões, onde as questões de um a sete foram baseadas no questionário PSEUDO, enquanto as questões de oito a 10 foram baseadas no PES, abrangendo as seguintes crenças pseudocientíficas: interpretação errônea da Mecânica Quântica, Lei da Atração, Design Inteligente, habilidades extrasensoriais, negacionismo das mudanças climáticas, eficácia dos cremes faciais contendo células-tronco, eficácia das dietas detox, acupuntura, homeopatia, criação artificial do vírus da

Covid-19 e astrologia, onde as últimas duas crenças tratam de dois temas não contemplados por nenhum dos dois questionário.

A análise do quanto os estudantes tendem a endossar às pseudociências é feita através de Escala Likert de cinco opções, onde são atribuídos pontos para cada questão (no mínimo 1 e no máximo 5) conforme a resposta: concordo totalmente = 5 pontos; concordo parcialmente = 4 pontos; neutro = 3 pontos; discordo parcialmente = 2 pontos; discordo totalmente = 1 ponto. Ao final, os pontos obtidos das 12 questões foram somados para resultar em uma pontuação geral e classificados em três graus de crença/endosso dos estudantes: baixo (nota de 12 a 25), moderado (26 a 40) e alto (41 a 60). Além da pontuação geral, as escalas permitem identificar a frequência relativa de grau de concordância para cada questão.

4.3.2 Escala 2: Força da Fé Religiosa

O *Santa Clara Strength of Religious Faith Questionnaire* (LEWIS *et al.*, 2001) é um breve questionário de autorrelato composto por 10 itens e projetado para fornecer uma medida rápida da força da fé, independentemente da denominação ou afiliação religiosa, para uso em contextos clínicos e de pesquisa. Considerando que é comum que haja conflitos cognitivos entre as concepções religiosas e científicas, escolheu-se 5 itens de modo que fornecesse informações de quão forte é o apego a fé. As respostas são dadas por meio de Escala Likert de cinco opções, cujas notas permitem a classificação em graus de aceitação: baixo (5 a 11), moderado (12 a 18) e alto (19 a 25).

Para complementar, foi adicionado mais um item, baseado em Weisberg *et al.* (2020), oferecendo apenas duas alternativas de resposta (na maioria das vezes confio na minha fé ou na maioria das vezes confio na ciência) como forma de deixar claro qual a escolha feita pelo estudante quando exposto a um conflito entre afirmações científicas e suas crenças religiosas. Tal item permitirá averiguar quais graduandos, ainda que possuam alto grau de confiança na fé, decidirão confiar mais na ciência, o que permitirá inferir quantos possuem a maior propensão a deixar que assuntos controversos influenciem na sua prática profissional. A frequência de cada grau será contabilizada.

4.3.3 Escala 3: Disposição ao Positivismo Ingênuo

Utilizou-se como base o *Views on Science and Education Questionnaire* (VOSE), proposto por Chen (2006) e traduzido para a língua portuguesa por Durbano e Prestes (2013). Esse questionário possui questões fechadas e é constituído por 85 itens de análise, organizados em 15 questões que contemplam sete aspectos da Natureza da Ciência (NdC): tentativas do conhecimento científico, natureza da observação, métodos científicos, teorias e leis, uso da imaginação, validação do conhecimento científico e subjetividade/objetividade.

Para estruturar o Teste de Positivismo Ingênuo, utilizou-se os itens do VOSE que estavam de acordo com as premissas propostas no Capítulo 2 e que, ao mesmo tempo, contemplem todos os sete aspectos de NdC do questionário original. Desse modo, foram selecionados 12 itens, em Escala Likert de cinco opções, divididos da seguinte forma: sete itens cujo a concordância total ou parcial indica positivismo ingênuo com pontuação entre 1 e 5; cinco itens cuja a discordância total ou parcial também indicam pensamento positivista ingênuo, mas nesse caso a pontuação se dará em ordem contrária, com a pontuação se iniciando em “discordo totalmente”. A análise das respostas é feita através de escala Likert de cinco pontos, onde as notas obtidas das 12 questões foram somadas e classificado em três graus de aceitação: baixo (nota de 12 a 34), moderado (35 a 44) e alto (45 a 60). Além da pontuação geral, as escalas permitem identificar a frequência relativa de grau de concordância para cada questão.

4.3.4 Escala 4: Disposição ao Pensamento Crítico

Para avaliar o PC, foi escolhido o *Critical Thinking Disposition Scale* (CTDS), elaborado por Sosu (2013). Esta escala mede a disposição, não a habilidade prática, de se envolver em pensamento crítico, sendo um instrumento de 11 itens que mede dois domínios: “Abertura Crítica” e “Ceticismo Reflexivo”. A subescala “Abertura Crítica” reflete a tendência de estar ativamente aberto a novas ideias, crítico na avaliação dessas ideias e na modificação do pensamento à luz de evidências convincentes. A subescala “Ceticismo Reflexivo”, por outro lado, transmite a tendência de aprender com as experiências anteriores e questionar as evidências. Os itens foram utilizados na íntegra, cujas respostas são avaliadas

por meio de escala Likert de cinco opções: sempre = 5 pontos; frequentemente = 4 pontos, às vezes = 3 pontos; raramente = 2 pontos; nunca = 1 ponto. Cada questão terá a nota máxima de cinco pontos e a mínima de um ponto. Ao final, os pontos obtidos das 11 questões foram somados e classificados quanto o grau de disposição ao PC: baixo (11 a 34), moderado (35 a 44) e alto (45 a 55). A frequência de cada grau será contabilizada.

4.3.5 Escala 5: Grau de Raciocínio Científico

Como complemento à Disposição ao PC, utilizou-se a *Scientific Reasoning Scale* (SRS) elaborada por Drummond e Fischhoff (2017) e usada para medir a capacidade dos indivíduos de avaliar descobertas científicas, fatores esses relacionados ao desenvolvimento de PC. Indivíduos com pontuações SRS mais altas são mais propensos a ter crenças consistentes com o consenso científico e desempenho melhor em tarefas que requerem análise de informações científicas. A SRS original apresenta 11 questões que avaliam diferentes conceitos, dos quais, quatro foram selecionados para o presente estudo por apresentarem conceitos estritamente relacionados ao uso do PC na avaliação de evidências científicas, sendo eles: identificação de causalidade, variáveis de confundimento, validade de construção da pesquisa e viés de resposta. O estudante deve analisar as questões e responder se é verdadeira, falsa ou se não sabe a resposta (essa alternativa foi acrescentada para tentar diminuir vieses de palpites), porém cada questão possui apenas uma resposta correta. A frequência das respostas dadas para cada questão será contabilizada.

4.3.6 Escala 6: Motivação para a Prática Científica

O *Science Motivation Questionnaire II* (GLYNN *et al.*, 2011) foi estruturado considerando a realidade de muitos graduandos que não estão conseguindo passar pelos programas acadêmicos que levam a carreiras científicas, a existência de grupos que estão sub-representados em alguns programas (como as mulheres nas ciências físicas) e, ainda, muitos graduandos não têm ou perdem a motivação para aprender ciências. Dessa forma, tal questionário visa motivadores positivos que se apoiam mutuamente, como a motivação

intrínseca, autodeterminação, autoeficácia, motivação profissional e motivação escolar. Para o propósito da presente pesquisa, foram selecionados dois motivadores: motivação intrínseca (4 questões) e motivação para a carreira (3 questões), mensurados através de Escala Likert de cinco opções. Somados as notas obtidas em cada item, o valor final é classificado conforme o grau de aceitação: baixo (7 a 16), moderado (17 a 26) e alto (27 a 35). A frequência de cada grau será contabilizada.

4.4 CONFIABILIDADE DAS ESCALAS

Cada escala foi analisada individualmente quanto a sua confiabilidade, visto que é muito importante poder avaliar se o instrumento utilizado consegue inferir ou medir aquilo a que realmente se propõe, conferindo relevância para a pesquisa. Para tal, utilizou-se o Coeficiente Alfa de Cronbach, por este fornecer uma medida razoável de confiabilidade em um único teste, ser aplicável a questionários de múltipla-escolha de escalas dicotômicas ou escalas atitudinais de variáveis categóricas politômicas e ser facilmente calculável por princípios estatísticos básicos. As premissas para a aplicação do alfa de Cronbach devem contemplar alguns pressupostos: questionário deve estar dividido e agrupado em dimensões, deve ser aplicado a uma amostra significativa e heterogênea e a escala já deve estar validada. Os valores de Alfa Cronbach variam de 0 a 1, onde Landis e Koch (1977) fazem a seguinte classificação de confiabilidade:

- De 0 a 0,21 – pequena
- De 0,21 a 0,40 – razoável
- De 0,41 a 0,60 – moderada
- De 0,61 a 0,80 – substancial
- De 0,81 a 1 – quase perfeita

Objetivando alcançar boa qualidade, os questionários das concepções que não alcançarem o nível “substancial” ou “quase perfeito” não serão considerados nas análises seguintes.

4.5 DESENHO AMOSTRAL

O Questionário Geral foi aplicado objetivando a participação de graduandos de todos os períodos letivos. Após a coleta de dados, cada graduando foi distribuído em três grupos: Grupo Iniciante, correspondente aqueles que iniciaram a graduação em 2020 e ainda estão cursando a disciplina Fundamentos de Pesquisa; Grupo Intermediário, contendo aqueles que já cursaram a disciplina e iniciaram a graduação em 2018 ou 2019; Grupo Avançado, que corresponde aos graduandos que já cursaram a disciplina e iniciaram em 2017, 2016 ou 2015.

Essa divisão parte do princípio que a disciplina Fundamentos de Pesquisa impactará diretamente nas concepções científicas dos estudantes, criando uma diferença entre antes (Grupo Iniciante) e depois (Grupo Intermediário). Porém, há dúvidas se os efeitos dessa disciplina perduram ou se a própria trajetória acadêmica impacta os graduandos mais experientes, o que justifica a classificação do Grupo Avançado. Tal comparação entre os grupos foi feita conforme a modalidade (licenciatura e bacharelado) e somente para as escalas cujo o desenvolvimento ao longo da graduação interessa a presente pesquisa: Escala 1 (Disposição às Crenças Pseudocientíficas), Escala 3 (Disposição ao Positivismo Ingênuo), Escala 4 (Disposição ao Pensamento Crítico) e Escala 5 (Grau de Raciocínio Científico). A análise comparativa dos resultados de cada questionário foi feita para cada grupo da seguinte forma:

- a) comparação das concepções entre Grupo Iniciante *versus* Intermediário, Iniciante *versus* Avançado e Intermediário *versus* Avançado, na modalidade Bacharelado;
- b) comparação das concepções entre Grupo Iniciante *versus* Intermediário, Iniciante *versus* Avançado e Intermediário *versus* Avançado, na modalidade Licenciatura.

Considerando que cada escala fornece uma pontuação individual que consiste na somatória de pontos obtidas em cada questão, a comparação entre grupos será feita por meio de testes estatísticos (ver seção 5.5) para identificar se as diferenças nos resultados são significativas. Essa diferença permitirá detectar quais as concepções são desenvolvidas ou não ao longo do trajeto acadêmico. Ressalta-se que para as análises das concepções, o Grupo Iniciante será formado pelos dados de iniciantes do bacharelado e licenciatura. Adotou-se essa estratégia em razão da extrema semelhança entre a grade

curricular das duas modalidades, para o primeiro ano letivo, ou seja, os graduandos têm apenas as concepções trazidas do Ensino Médio e ainda não passaram pelas possíveis mudanças ocasionadas por suas respectivas grades.

No caso da Escala 2 (Força da Fé Religiosa) e Escala 6 (Motivação para a Prática Científica), estas foram analisadas comparando o resultado geral entre bacharelado e licenciatura, considerando que, para o presente estudo, não se pretende identificar a mudança ocorrida dessas concepções ao longo da graduação, mas sim utilizar os resultados dessas partes como complemento para a interpretação das outras partes. Por fim, todas as concepções foram comparadas entre bacharelado e licenciatura, de modo a identificar se há diferenças nos efeitos acarretados pelas grades curriculares.

4.6 TESTES ESTATÍSTICOS USADOS NA COMPARAÇÃO ENTRE GRUPOS

A escolha dos testes estatísticos se baseou em Dancey e Reidy (2013). Para comparar os grupos de diferentes graus de formação (iniciante, intermediário e avançado) de acordo com a escala, há a necessidade de escolher quais os testes estatísticos serão utilizados por meio de testes de normalidade. Muitas variáveis possuem distribuição normal, ou seja, a distribuição dos dados possui a média, mediana e moda com a tendência de coincidirem com o ponto do pico da curva quando representados graficamente. Identificar como estão distribuídos os dados é importante, pois, caso a distribuição seja normal, usam-se testes estatísticos paramétricos, enquanto os não-paramétricos são usados em distribuições não-normais. Considerando que o grau de formação é representado por variáveis independentes qualitativas não-pareadas e as escalas fornecem variáveis dependentes quantitativas ordinais, as escolhas serão feitas entre os testes ANOVA (paramétrico), para amostras com distribuição normal, e Kruskal-Wallis (não-paramétrico), para amostras com distribuição não-normal.

O Teste ANOVA (Análise de variância) inicialmente calcula a média de cada um dos três grupos (iniciantes, intermediários e avançados), seguido pelo cálculo da média geral (as três médias são somadas e divididas por três), depois é calculada a variação total de cada participante em relação à média do grupo e, finalmente, é calculada a variação da média de cada grupo em relação à média geral. Dessa forma, é possível observar se há diferenças entre as médias dos grupos para os resultados das escalas comparadas. Já o Kruskal-Wallis é o equivalente não-paramétrico da ANOVA, porém procura uma diferença significativa entre os

postos médios de algumas ou de todas as condições. Os postos são calculados a partir da ordenação dos dados quantitativos.

Assumindo que o nível de significância é de 5% (ou $\alpha = 0,05$), os testes estatísticos ANOVA e Kruskal-Wallis fornecem o valor-p (probabilidade de encontrar o padrão de resultados em um estudo em particular). Caso o valor-p seja inferior a 0,05, haverá uma confiança razoável de que este resultado suporta a hipótese de pesquisa e que a hipótese nula (não há diferença estatisticamente significativa entre os grupos) poderá ser rejeitada (DANCEY; REIDY, 2013). Todas as análises foram realizadas através do software BM SPSS Statistics 20.

CAPÍTULO V

5 RESULTADOS

Foram coletados dados de quarenta e cinco (45) bacharéis, sendo quinze (15) iniciantes, vinte e um (21) intermediários e nove (9) avançados. Também foram obtidos dados de cinquenta e dois (52) licenciandos, onde oito (8) são iniciantes, vinte e dois (22) intermediários e vinte e dois (22) avançados. O total de graduandos de Ciências Biológicas foi de noventa e sete (97).

5.1 CONFIABILIDADE DAS ESCALAS

Para o cálculo do Alfa de Cronbach, utilizou-se o software BM SPSS Statistics 20, onde os dados de confiabilidade das escalas foram expostos na Tabela 1. Observa-se que os maiores valores foram obtidos para as escalas Força da Fé (0,944) e Motivação p/ a Prática Científica (0,816), sendo então consideradas com confiabilidade “quase perfeita”. As escalas de Disposição ao Pensamento Crítico (0,740), Pseudociência (0,716) e Positivismo Ingênuo (0,631) possuem confiabilidade “substancial”, classificação considerada adequada para a presente pesquisa. Porém, a escala de Raciocínio Científico foi classificada como “razoável”, não estando, portanto, no padrão de confiabilidade exigidos pela pesquisa e, conseqüentemente, excluída das análises posteriores.

Tabela 1 - Escalas analisadas com o respectivo valor do Alfa de Cronbach, número de itens e confiabilidade

| Escalas | Alfa de Cronbach baseado nos itens padronizados | Itens | Confiabilidade |
|-------------------------------------|---|-------|----------------|
| Pseudociência | 0,716 | 12 | Substancial |
| Positivismo Ingênuo | 0,631 | 12 | Substancial |
| Pensamento Crítico | 0,740 | 11 | Substancial |
| Motivação para a Prática Científica | 0,816 | 7 | Quase Perfeito |
| Força da Fé | 0,944 | 5 | Quase Perfeito |
| Raciocínio Científico | 0,268 | 4 | Razoável |

Fonte: O autor (2021).

5.2 TESTE DE NORMALIDADE

Usando o Teste de Shapiro-Wilk (Tabela 2), os dados revelaram que, para bacharelado, as escalas de Pseudociência ($P = 0,474$), Positivismo Ingênuo ($P = 0,180$) e Pensamento Crítico ($P = 0,150$) apresentam distribuição normal, sendo, portanto, o teste ANOVA o mais adequado para tal situação. Para a escala Motivação para a Prática Científica ($P < 0,001$) que apresenta distribuição não-normal, o teste Kruskal-Wallis foi o mais apropriado.

Tabela 2 - resultados do teste de normalidade para cada escala na modalidade Bacharelado

| Escala | Estatística | Grau de Liberdade | Valor de P |
|----------------------|-------------|-------------------|------------|
| Pseudociência | 0,979 | 53 | 0,474 |
| Positivismo Ingênuo | 0,969 | 53 | 0,180 |
| Pensamento Crítico | 0,967 | 53 | 0,150 |
| Motivação Científica | 0,674 | 53 | 0,000 |

Fonte: O autor (2021).

Para licenciatura as escalas de Pseudociência ($P = 0,059$), Positivismo Ingênuo ($P = 0,135$) e Pensamento Crítico ($P = 0,882$) apresentam distribuição normal, enquanto Motivação para a Prática Científica ($P < 0,001$) apresentou distribuição não-normal (Tabela 3). Paralelamente, resultados semelhantes foram obtidos para os testes realizados na comparação Bacharelado *versus* Licenciatura, com o acréscimo da escala Força da Fé ($P < 0,001$) que apresentou distribuição não-normal (Tabela 4).

Tabela 3 - resultados do teste de normalidade para cada escala na modalidade Licenciatura

| Escala | Estatística | Grau de Liberdade | Valor P |
|----------------------|-------------|-------------------|---------|
| Pseudociência | 0,965 | 67 | 0,059 |
| Positivismo Ingênuo | 0,972 | 67 | 0,135 |
| Pensamento Crítico | 0,990 | 67 | 0,882 |
| Motivação Científica | 0,904 | 67 | 0,000 |

Fonte: O autor (2021).

Tabela 4 - resultados do teste de normalidade para cada escala na comparação Bacharelado *versus* Licenciatura

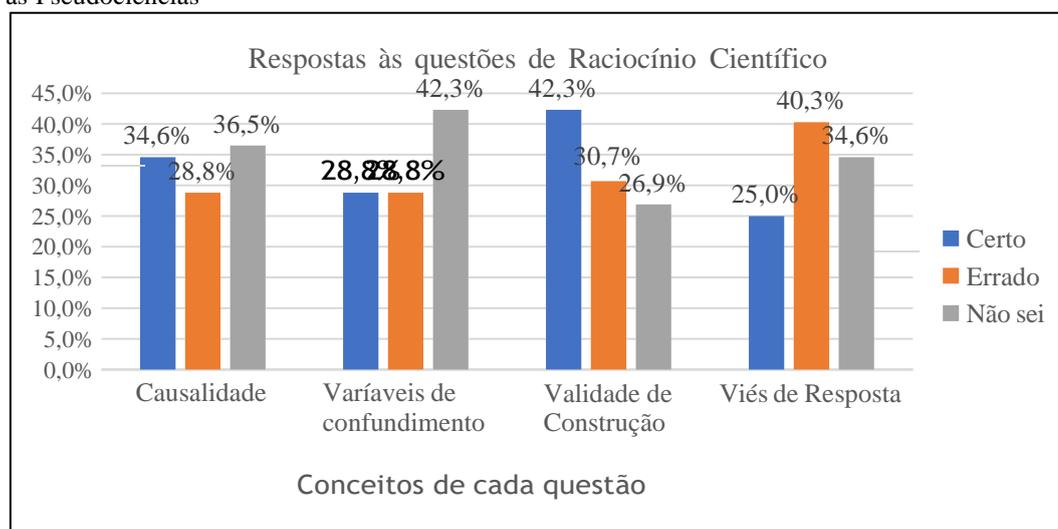
| Escala | Estatística | Grau de Liberdade | Valor P |
|----------------------|-------------|-------------------|---------|
| Pseudociência | 0,978 | 97 | 0,109 |
| Positivismo Ingênuo | 0,977 | 97 | 0,083 |
| Pensamento Crítico | 0,987 | 97 | 0,435 |
| Motivação Científica | 0,753 | 97 | 0,000 |
| Força da Fé | 0,903 | 97 | 0,000 |

Fonte: O autor (2021).

5.3 GRAUS DE CRENÇA: BACHARELADO

Os dados referentes a escala de Disposição às Pseudociências demonstram que, entre bacharéis iniciantes (23), 34,8% são classificados como baixa disposição, 52,2% como moderada e 13% como alta. Entre os intermediários (21), 23,8% possuem baixa disposição, 66,7% moderada e 9,5% alta. Para os avançados (9), 22,2% têm disposição baixa, 66,7% moderada e 11,1% alta (Gráfico 1). Para as comparações feitas com o teste ANOVA, constatou-se que não existe efeito do grau de formação sobre o grau de disposição às crenças pseudocientíficas [$F(2,50) = 0,245$; $P > 0,05$] (Tabela 5). A estatística descritiva pertinente está disponível no Apêndice B.

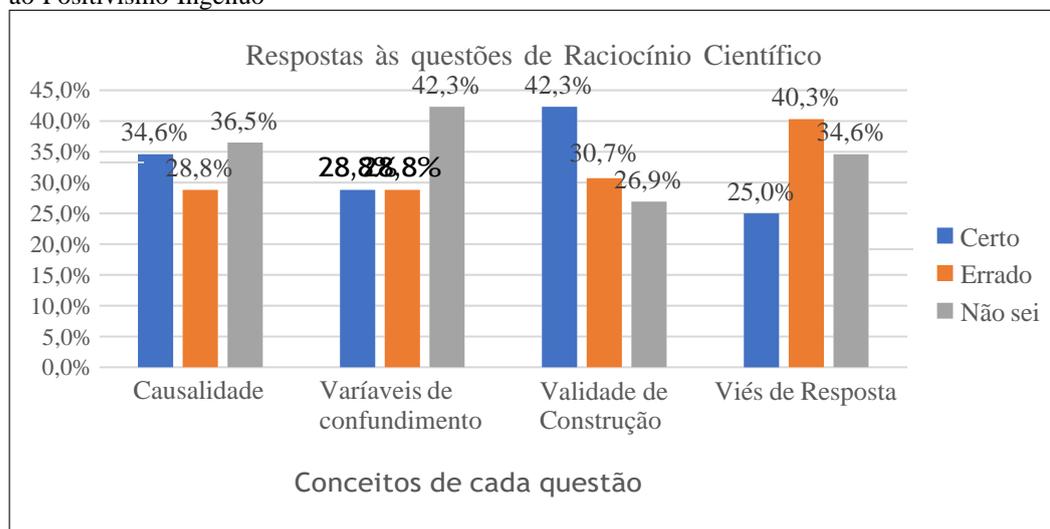
Gráfico 1: comparação entre o grau de formação, porcentagem de alunos e nível de disposição às Pseudociências



Fonte: O autor (2021).

Quanto ao Positivismo Ingênuo, 69,6% dos iniciantes apresentaram baixa disposição, 26,1% moderada e 4,3% alta. Entre os intermediários, 42,9 % possuem baixa disposição, 52,4% moderada e 4,8% alta. Sobre os avançados, 55,6% demonstram baixa disposição, 33,3% moderada e 11,1% alta (Gráfico 2). O Teste ANOVA permitiu constatar que não existe efeito do grau de formação sobre o grau de disposição ao Positivismo Ingênuo [$F(2,50) = 0,599$; $P > 0,05$] (Tabela 5). A estatística descritiva pertinente está disponível no Apêndice B.

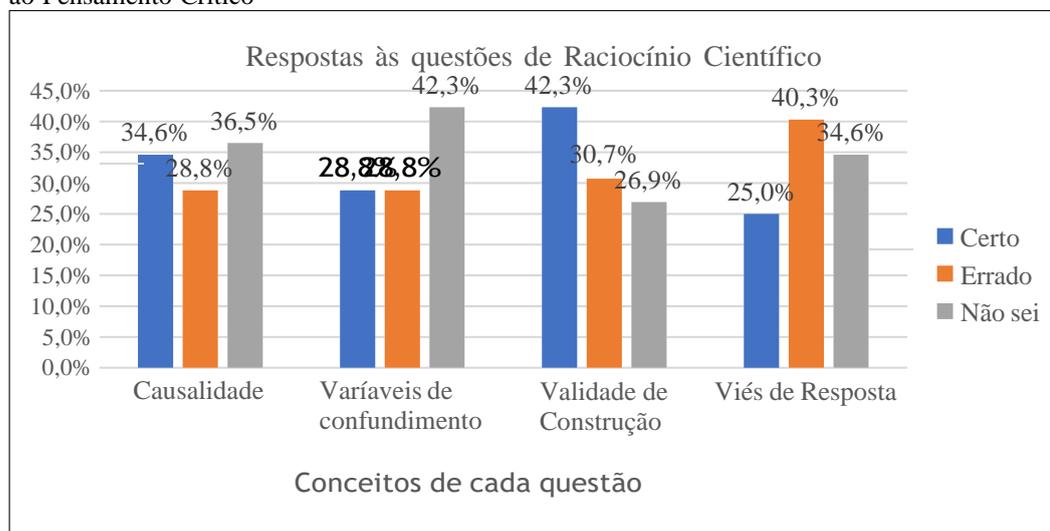
Gráfico 2: comparação entre o grau de formação, porcentagem de alunos e nível de disposição ao Positivismo Ingênuo



Fonte: O autor (2021).

Em relação ao Pensamento Crítico, nenhum dos iniciantes apresentou baixa disposição, 60,9% demonstraram disposição moderada e 39,1% alta. Entre os intermediários, 42,9% apresentou disposição baixa, 52,4% moderada e 4,8% alta. Entre os avançados, 55,6% baixa, 33,3% moderada e 11,1% alta (Gráfico 3). A análise estatística identificou que não existe efeito do grau de formação sobre o grau de disposição ao Pensamento Crítico [$F(2,50) = 1,735$; $P > 0,05$] (Tabela 5). A estatística descritiva pertinente está disponível no Apêndice B.

Gráfico 3: comparação entre o grau de formação, porcentagem de alunos e nível de disposição ao Pensamento Crítico



Fonte: O autor (2021).

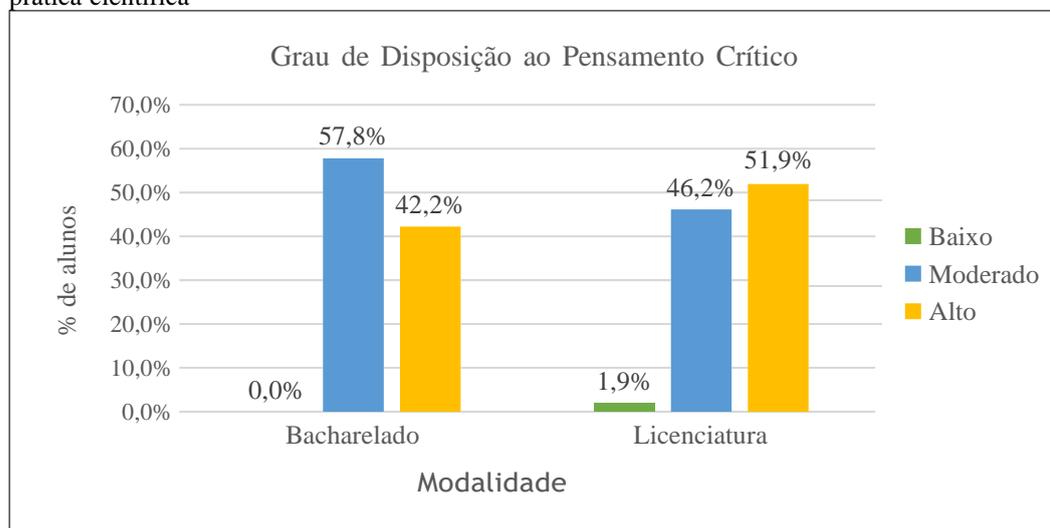
Tabela 5: resultados do Teste ANOVA

| | Escala | Soma de quadrados | Grau de liberdade | Quadrado médio | F | Valor P |
|----------------------------|-------------|-------------------|-------------------|----------------|-------|---------|
| Pseudociência | Tratamentos | 25,508 | 2 | 12,754 | 0,245 | 0,784 |
| | Resíduos | 2606,794 | 50 | 52,136 | | |
| | Total | 2632,302 | 52 | | | |
| Positivismo Ingênuo | Tratamentos | 48,994 | 2 | 24,497 | 0,599 | 0,553 |
| | Resíduos | 2044,025 | 50 | 40,880 | | |
| | Total | 2093,019 | 52 | | | |
| Pensamento Crítico | Tratamento | 75,949 | 2 | 37,974 | 1,735 | 0,187 |
| | Resíduos | 1094,580 | 50 | 21,892 | | |
| | Total | 1170,528 | 52 | | | |

Fonte: O autor (2021).

Os dados sobre a Motivação para a Prática Científica revelam que, entre os iniciantes, 4,5% possuem motivação moderada e 95,6% motivação alta. Entre os intermediários, 4,7% são moderados e 95,4 são altos. Por fim, 100% dos alunos avançados possuem alta motivação (Gráfico 4). A análise estatística identificou que não existe efeito do grau de formação sobre a Motivação Científica [$X(2) = 1,079$; $p > 0,005$]. (Tabela 6). A estatística descritiva pertinente está disponível no Apêndice B.

Gráfico 4: comparação entre o grau de formação, porcentagem de alunos e nível de motivação para a prática científica



Fonte: O autor (2021).

Tabela 6: resultado do Teste Kruskal-Wallis para a escala Motivação para a Prática Científica

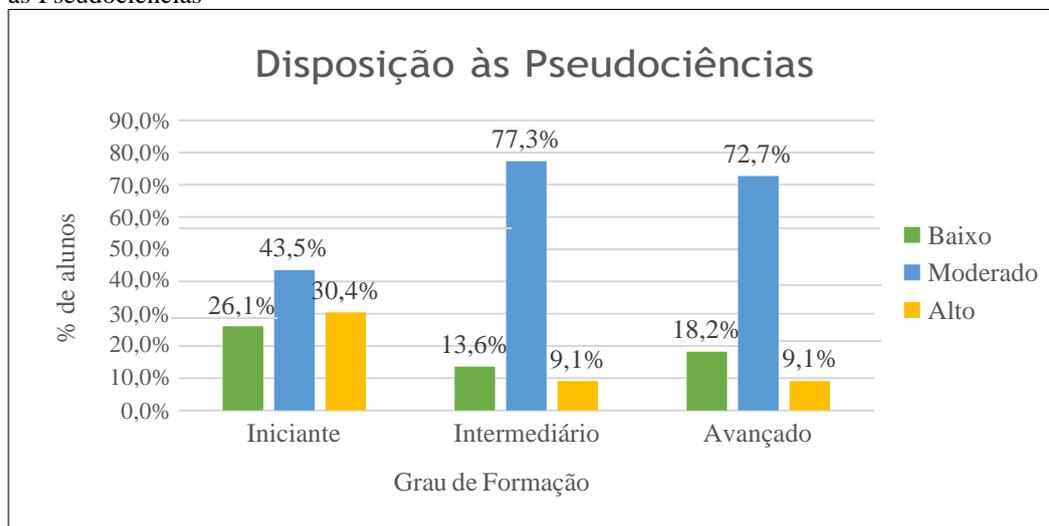
| Análises | Valores |
|-------------------|---------|
| Qui-quadrado | 1,079 |
| Grau de liberdade | 2 |
| Valor de P | 0,583 |

Fonte: O autor (2021).

5.4 GRAUS DE CRENÇA: LICENCIATURA

Os dados referentes a escala de Disposição às Pseudociências demonstram que, entre licenciandos iniciantes (23), 26,1% são classificados como baixa disposição, 43,5% como moderada e 30,4% como alta. Entre os intermediários (22), 13,6% possuem baixa disposição, 77,3% moderada e 9,1% alta. Para os avançados (22), 18,2% têm disposição baixa, 72,7% moderada e 9,1% alta (Gráfico 5). O Teste ANOVA realizado permite identificar que não existe efeito do grau de formação sobre o grau de disposição às Pseudociências [$F(2,64) = 0,988$; $p > 0,005$] (Tabela 7). A estatística descritiva pertinente está disponível no Apêndice B.

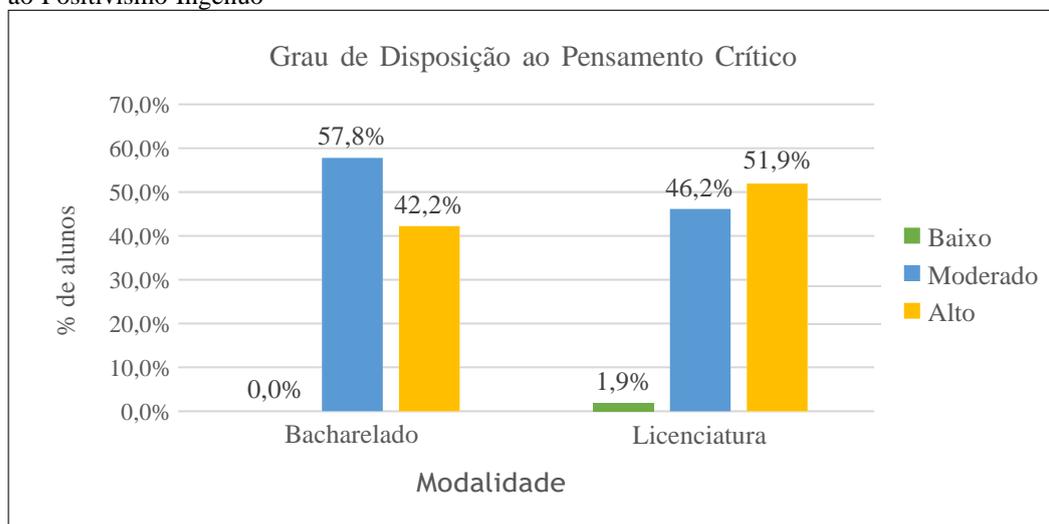
Gráfico 5: comparação entre o grau de formação, porcentagem de alunos e nível de disposição às Pseudociências



Fonte: O autor (2021).

Quanto ao Positivismo Ingênuo, 13% dos iniciantes apresentaram baixa disposição, 78,3% moderada e 8,7% alta. Entre os intermediários, 9,1% possuem baixa disposição, 63,6% moderada e 27,3% alta. Sobre os avançados, nenhum demonstrou baixa disposição, 72,7% moderada e 27,3% alta (Gráfico 6). O Teste ANOVA realizado permite identificar que não existe efeito do grau de formação sobre o grau de disposição ao Positivismo Ingênuo [$F(2,64) = 2,839$; $p > 0,05$] (Tabela 7). A estatística descritiva pertinente está disponível no Apêndice B.

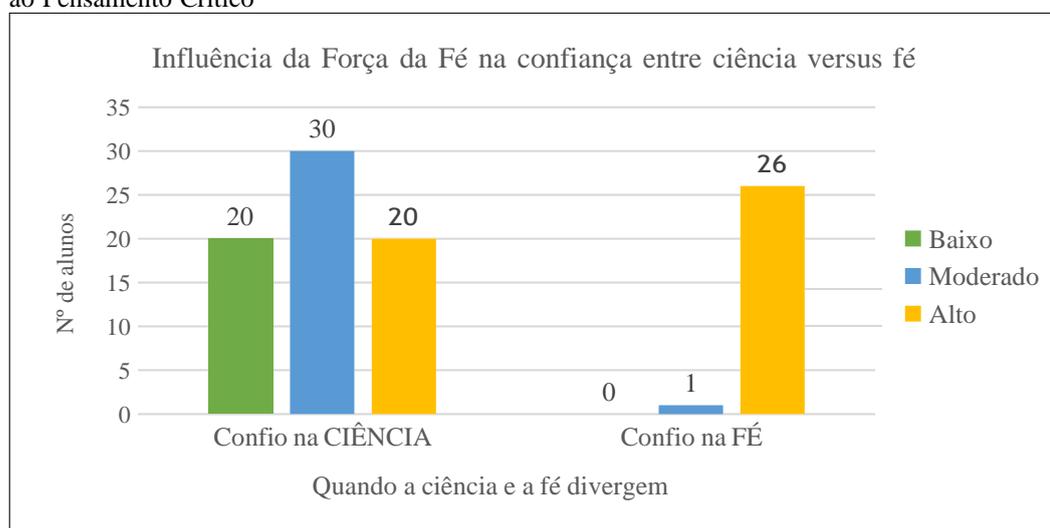
Gráfico 6: comparação entre o grau de formação, porcentagem de alunos e grau de disposição ao Positivismo Ingênuo



Fonte: O autor (2021).

Em relação ao Pensamento Crítico, nenhum dos iniciantes apresentou baixa disposição, 60,9% demonstraram disposição moderada e 39,1% alta. Entre os intermediários, nenhum apresentou disposição baixa, 45,5% moderada e 54,5% alta. Entre os avançados, 4,5% baixa, 40,9% moderada e 54,5% alta (Gráfico 7). O Teste ANOVA realizado permite identificar que não existe efeito do grau de formação sobre o grau de disposição ao Pensamento Crítico [$F(2,64) = 0,925$; $p > 0,05$] (Tabela 7). A estatística descritiva pertinente está disponível no Apêndice B.

Gráfico 7: comparação entre o grau de formação, porcentagem de alunos e grau de disposição ao Pensamento Crítico



Fonte: O autor (2021).

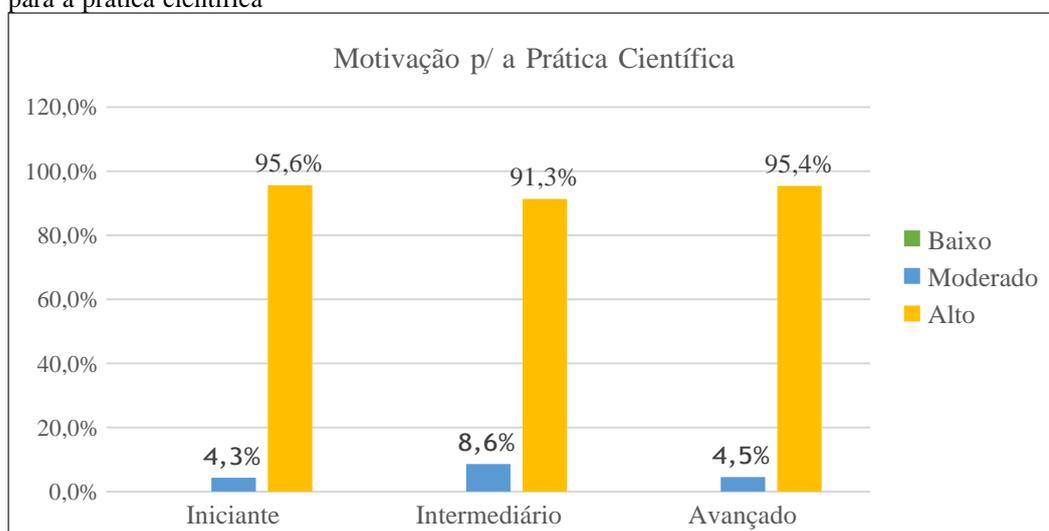
Tabela 7 - resultados do Teste ANOVA

| | Escala | Soma de quadrados | Grau de liberdade | Quadrado médio | F | Valor p |
|----------------------------|-------------|-------------------|-------------------|----------------|-------|---------|
| Pseudociência | Tratamentos | 94,262 | 2 | 47,131 | 0,988 | 0,378 |
| | Resíduos | 3052,455 | 64 | 47,695 | | |
| | Total | 3146,716 | 66 | | | |
| Positivismo Ingênuo | Tratamentos | 255,757 | 2 | 127,878 | 2,839 | 0,066 |
| | Resíduos | 2882,512 | 64 | 45,039 | | |
| | Total | 3138,269 | 66 | | | |
| Pensamento Crítico | Tratamento | 38,797 | 2 | 19,398 | 0,925 | 0,402 |
| | Resíduos | 1342,368 | 64 | 20,974 | | |
| | Total | 1381,164 | 66 | | | |

Fonte: O autor (2021).

Os dados sobre a Motivação para a Prática Científica revelam que, entre os iniciantes, 4,5% possuem motivação moderada e 95,6% motivação alta. Entre os intermediários, 4,7% são moderados e 95,4% são altos. Por fim, 100% dos alunos avançados possuem alta motivação (Gráfico 8). O Teste Kruskal-Wallis realizado permite identificar que não existe efeito do grau de formação sobre a Motivação para a Prática Científica [$\chi^2(2) = 0,353$; $p > 0,05$] (Tabela 8).

Gráfico 8: comparação entre o grau de formação, porcentagem de alunos e grau de motivação para a prática científica



Fonte: O autor (2021).

Tabela 8: resultado do Teste Kruskal-Wallis para a escala Motivação para a Prática Científica

| Análises | Valores |
|--------------------------|---------|
| Qui-quadrado | 0,353 |
| Grau de liberdade | 2 |
| Valor P | 0,838 |

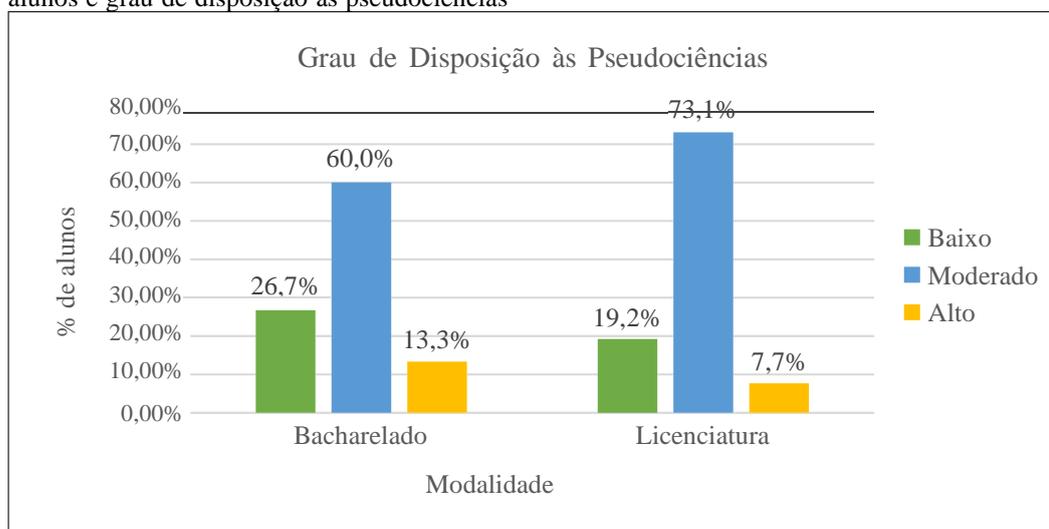
Fonte: O autor (2021).

5.5 GRAUS DE CRENÇA: BACHARELADO *VERSUS* LICENCIATURA

Os dados referentes a escala de Disposição às Pseudociências demonstram que, entre bacharéis (45), 26,7% são classificados como baixa disposição, 60% como moderada e 13,3% como alta. Entre os licenciandos (52), 19,2% possuem baixa disposição, 73,1%

moderada e 7,7% alta (Gráfico 9). O Teste-t independente realizado mostrou que não há diferença significativa entre bacharelado e licenciatura na média do grau de disposição às pseudociências ($t(95) = -0,549$; $p > 0,05$) (Tabela 9). A estatística descritiva pertinente está disponível no Apêndice B e o gráfico com o grau de adesão para cada questão está disponível no Apêndice E obtido pelo software R (versão 4.1.0).

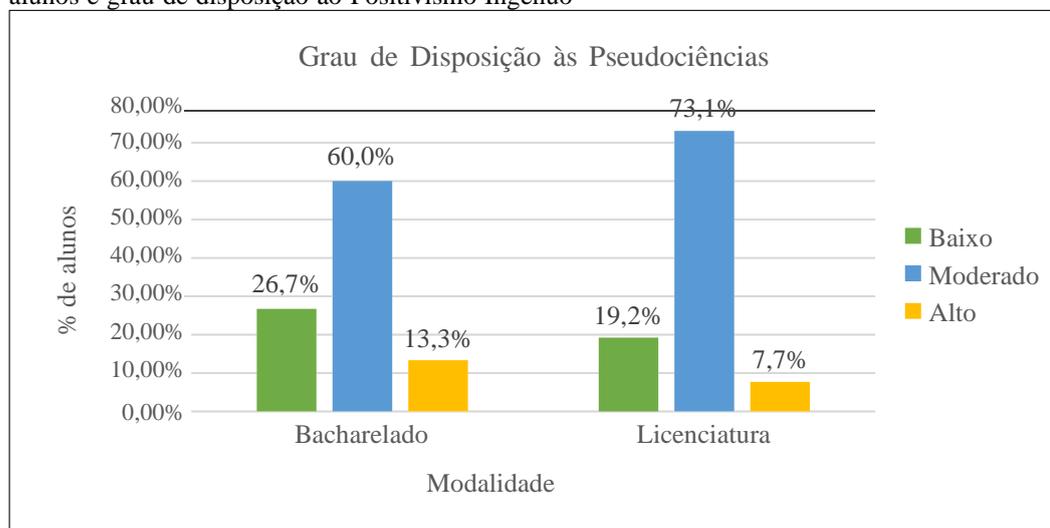
Gráfico 9: Comparação entre as modalidades bacharelado e licenciatura, porcentagem de alunos e grau de disposição às pseudociências



Fonte: O autor (2021).

Os dados referentes a escala de Disposição ao Positivismo Ingênuo demonstram que, entre bacharéis (45), 57,8% são classificados como baixa disposição, 37,8% como moderada e 4,4% como alta. Entre os licenciandos (52), 3,8% possuem baixa disposição, 71,2% moderada e 25% alta (Gráfico 10). O Teste-t independente realizado mostrou que, em média, alunos de licenciatura apresentam maior grau de disposição ao Positivismo Ingênuo em relação aos bacharéis ($t(95) = -2,361$; $p < 0,05$) (Tabela 9). A estatística descritiva pertinente está disponível no Apêndice B e o gráfico com o grau de adesão para cada questão está disponível no Apêndice F obtido pelo software R (versão 4.1.0).

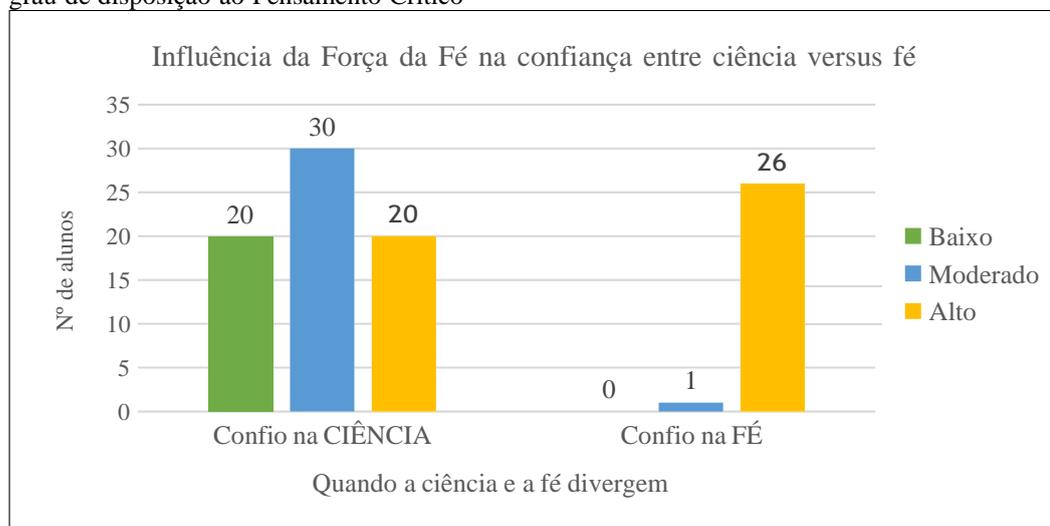
Gráfico 10: Comparação entre as modalidades bacharelado e licenciatura, porcentagem de alunos e grau de disposição ao Positivismo Ingênuo



Fonte: O autor (2021).

Os dados referentes a escala de Disposição ao Pensamento Crítico demonstram que, entre bacharéis (45), nenhum é classificado como baixa disposição, 57,8% como moderada e 42,2% como alta. Entre os licenciandos (52), 1,9% possuem baixa disposição, 46,2% moderada e 51,9% alta (Gráfico 11). O Teste-t independente realizado mostrou que não há diferença significativa entre bacharelado e licenciatura na média do grau de disposição ao Pensamento Crítico ($t(95) = -0,366$; $p > 0,05$). A estatística descritiva pertinente está disponível no Apêndice B.

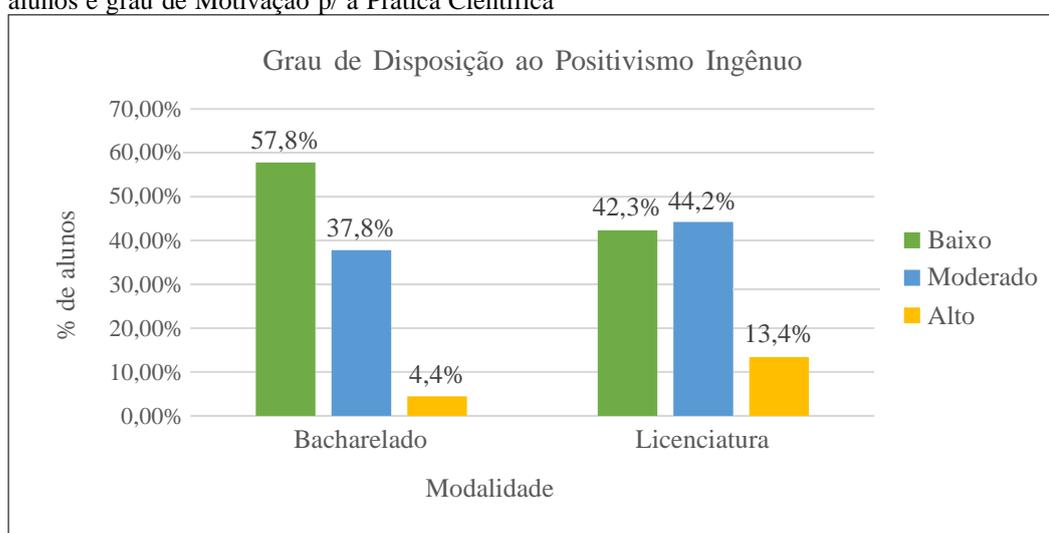
Gráfico 11: Comparação entre as modalidades bacharelado e licenciatura, porcentagem de alunos e grau de disposição ao Pensamento Crítico



Fonte: O autor (2021).

Os dados sobre a Motivação para a Prática Científica revelam que, entre os bacharéis (45), 4,4% possuem motivação moderada e 95,5% motivação alta. Entre os licenciandos (52), 5,7% são moderados e 94,2%,4 são altos (Gráfico 12). O Teste Mann-Whitney realizado permite identificar que não existe efeito do grau de formação sobre a Motivação para a Prática Científica ($U = 934,500$; $p > 0,05$) (Tabela 9). A estatística descritiva pertinente está disponível no Apêndice B.

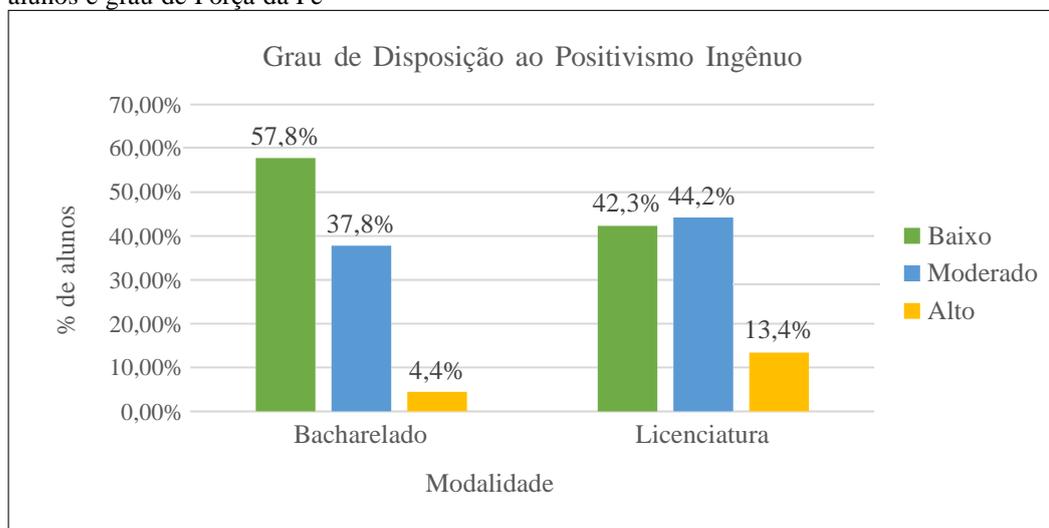
Gráfico 12: Comparação entre as modalidades bacharelado e licenciatura, porcentagem de alunos e grau de Motivação p/ a Prática Científica



Fonte: O autor (2021).

Os dados sobre o grau de Força da Fé revelam que, entre os bacharéis (45), 24,4% possuem grau baixo, 26,6% motivação moderada e 48,8% motivação alta. Entre os licenciandos (52), 17,3% possuem baixo grau, 36,5% são moderados e 46,1% são altos (Gráfico 13). O Teste Mann-Whitney realizado permite identificar que não existe efeito do grau de formação sobre a Motivação para a Prática Científica ($U = 1143,000$; $p > 0,05$) (Tabela 9). A estatística descritiva pertinente está disponível no Apêndice B.

Gráfico 13: Comparação entre as modalidades bacharelado e licenciatura, porcentagem de alunos e grau de Força da Fé



Fonte: O autor (2021).

Tabela 9 - resultado do Teste U de Mann-Whitney para a escala Motivação p/ a Prática Científica e Força da Fé

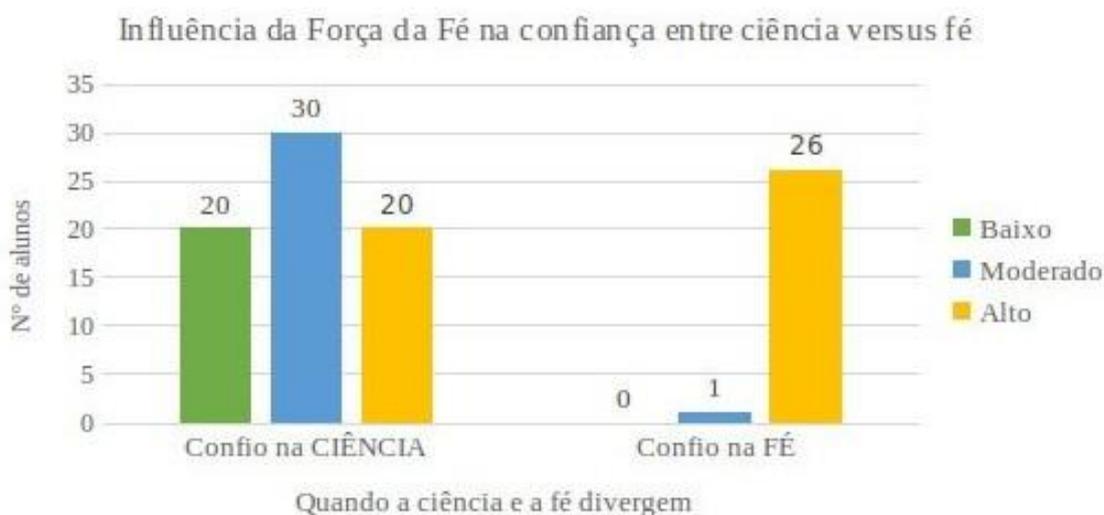
| Testes estatísticos | Motivação Científica | Força da Fé |
|-------------------------------|----------------------|-------------|
| Mann-Whitney U | 934,500 | 1143,000 |
| Wilcoxon W | 2312,500 | 2178,000 |
| Z | -1,759 | -0,196 |
| Asymp. Sig. (bicaudal) | 0,079 | 0,845 |

Fonte: O autor (2021).

5.6 INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

Considerando todos os alunos de Ciências Biológicas, levantou-se a questão “quando a ciência e a fé divergem, prefiro confiar na fé ou na ciência?”. Constatou-se que, entre aqueles que apresentam baixo grau de Força da Fé (20), todos preferem concordar com a ciência. Entre aqueles com grau moderado (31), apenas um preferiu confiar na fé. Todavia, entre aqueles com alto grau (46), vinte e seis (26) preferem confiar na Fé, enquanto vinte (20) preferem confiar na ciência (Gráfico 14).

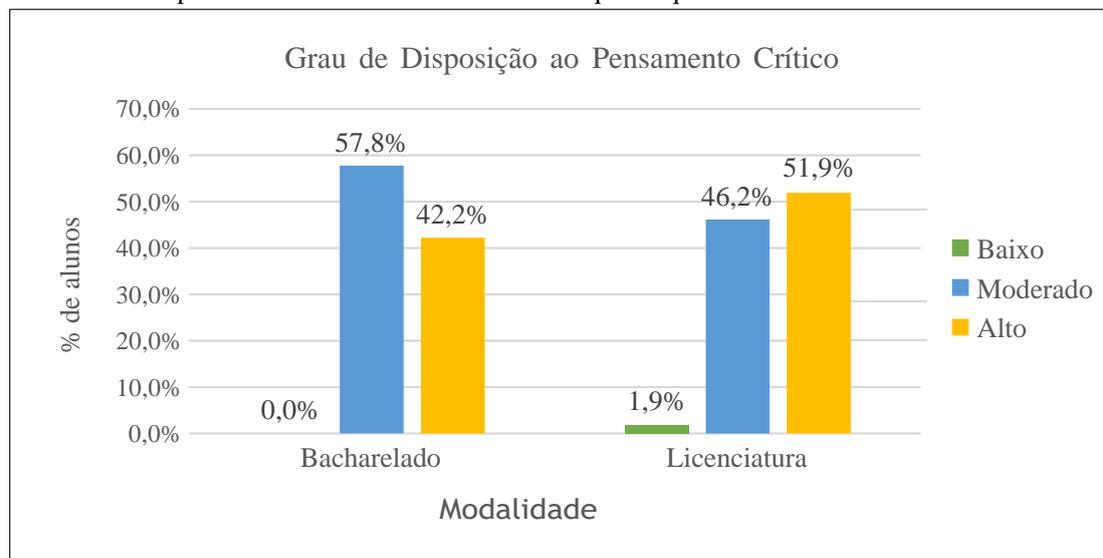
Gráfico 14: confiança na fé/ciência de acordo com o grau de força da fé



Fonte: O autor (2021).

Sobre a escala de Raciocínio Científico, foi constatado que, entre os alunos de bacharelado (45), a questão 1 sobre causalidade obteve 17,7% (8) de respostas corretas, 46,6% (21) de respostas erradas e 35,5% (16) não souberam responder. Sobre variáveis de confundimento, 33,3% (15) acertaram a questão, 28,8% (13) erraram e 37,7% (17) não souberam responder. Na questão de validade da construção, 42,2% (19) acertaram, 40% (18) erraram e 17,7% (8) não souberam responder. Por fim, na questão sobre viés de resposta, 24,4% (11) responderam corretamente, 44,4% (20) erraram e 31,1% (14) responderam “não sei” (Gráfico 15).

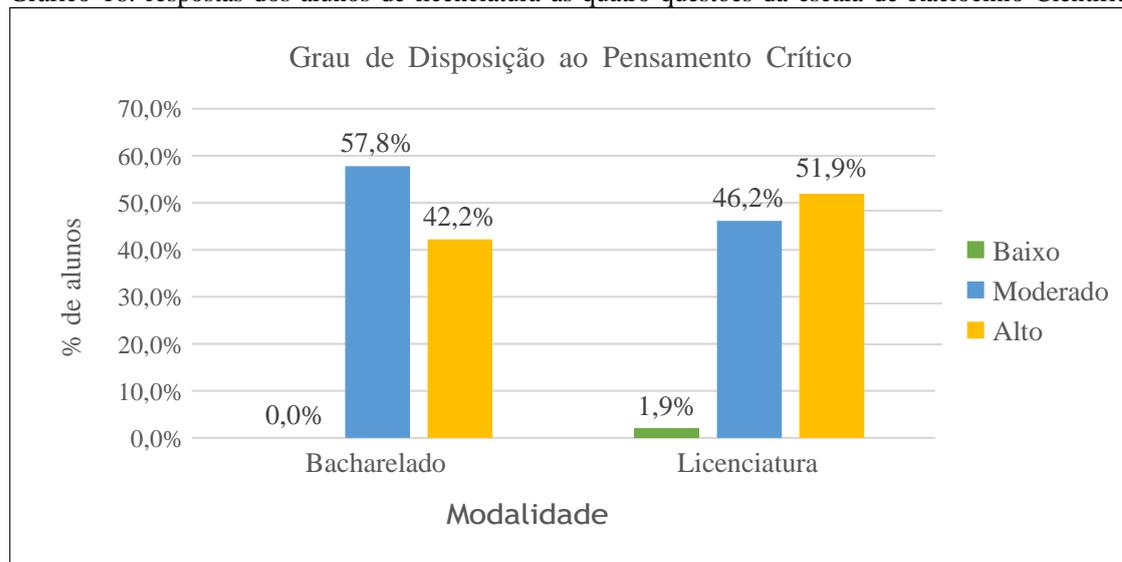
Gráfico 15: respostas dos alunos de bacharelado às quatro questões da escala de Raciocínio Científico



Fonte: O autor (2021).

Para os alunos de licenciatura (52), a questão 1 sobre causalidade obteve 34,6% (18) de respostas corretas, 28,8% (15) de respostas erradas e 36,5% (19) não souberam responder. Sobre variáveis de confundimento, 28,8% (15) acertaram a questão, 28,8% (15) erraram e 42,3% (22) não souberam responder. Na questão de validade da construção, 42,3% (22) acertaram, 30,7% (16) erraram e 26,9% (14) não souberam responder. Por fim, na questão sobre viés de resposta, 25% (13) responderam corretamente, 40,3% (21) erraram e 34,6% (18) responderam “não sei” (Gráfico 16).

Gráfico 16: respostas dos alunos de licenciatura às quatro questões da escala de Raciocínio Científico



Fonte: O autor (2021).

CAPÍTULO VI

6 DISCUSSÃO

A partir dos dados coletados, é possível identificar que não há relação entre o grau de formação com a disposição às pseudociências, positivismo ingênuo, pensamento crítico e motivação para a prática científica, tanto na modalidade bacharelado quanto na licenciatura. Em outras palavras, a graduação em Ciências Biológicas, tal como concebido atualmente, não estimula e nem desestimula tais concepções nos estudantes. A partir dessa descoberta, é necessário analisar cada concepção de forma individual e detalhada.

6.1 PSEUDOCIÊNCIA

Sobre as pseudociências, é evidente que o presente trabalho defende que cursos de ciência que visem o desenvolvimento científico amparado às necessidades da sociedade atual forneçam ferramentas para combater crenças objetivamente pseudocientíficas. Em outras palavras, é esperado que os estudantes de um curso de ciências diminuam suas concepções errôneas a medida que avançam em sua jornada acadêmica até a formação. No entanto, a maior parte dos estudantes do curso de Ciências Biológicas avaliado apresentou alto grau de disposição, correspondendo a 73,3% para bacharelado e 80,8% para licenciatura. Ainda que analisando de acordo com o grau de formação, mais da metade dos estudantes não apresentou grau baixo, seja iniciante, intermediário ou avançado e em ambas as modalidades. Isso demonstra que o curso, tal como é concebido durante a realização do presente trabalho, não coíbe o desenvolvimento de crenças pseudocientíficas.

Também foi observado que a afirmação “Por meio da inserção superficial de agulhas em partes específicas do corpo, pode-se tratar problemas relacionados a dor” é a ideia mais aceita entre estudantes de bacharelado (64% concordam total ou parcialmente) e licenciatura (73% concordam total ou parcialmente), sendo essa uma afirmação diretamente relacionada a acupuntura. Apesar de haverem diversos estudos que apoiam os efeitos benéficos dessa prática e, inclusive, embasam políticas públicas de saúde, há certas controvérsias que colocam à prova sua validade científica (KAPTCHUK, 2020). Entender os motivos que levam essa

pseudociência a ser considerada como ciência fornece também indicativos de como utilizar esse entendimento no ensino de ciências.

Basicamente as condições de controle usadas nas pesquisas sobre acupuntura (chamadas de acupuntura simulada) consistem na inserção de agulhas em pontos não adequados, inserção superficial em pontos adequados e uso de agulhas placebo que não penetram a pele. Todas essas condições de controle, segundo Musial (2019), possuem efeito analgésico eficaz, assim como a acupuntura verdadeira, o que levanta a possibilidade de efeito placebo em razão dos efeitos serem semelhantes em todas as situações ou se a acupuntura simulada é uma medida de controle adequado. Outro problema é a impossibilidade da realização de testes duplo-cego, considerando que não é viável bloquear a visão do acupunturista, aumentando consideravelmente o risco de viés.

Pode se argumentar que, se a acupuntura é clinicamente eficaz mesmo sendo placebo, por que não manter sua prática? Primeiramente parte-se do princípio que a expectativa é fundamental para o efeito placebo, ou seja, o paciente deve estar aberto a acreditar. Do ponto de vista moral, questiona-se se um profissional da saúde que indicasse tal tratamento deveria revelar sobre como o funciona o efeito placebo, ainda que paradoxalmente essa explicação pudesse impactar na eficácia da acupuntura. Deve-se atentar também que a acupuntura, ao contrário da crença popular, é passível de causar problemas de saúde e até morte quando empregada de forma incorreta (ULLAH *et al.*, 2019).

Outro fator importante está no fato de que os fundamentos da acupuntura comumente partem de explicações metafóricas e especulações contidas nos textos chineses originais que datam de mais de 2.000 anos e são tidos erroneamente em sua literalidade através do conceito de Chi (ou Qi), uma energia que flui pelo corpo por meio de “meridianos” ou “canais” (KOVICH, 2019). Como resultado, os pontos de inserção das agulhas comumente não se baseiam em estudos anatômicos, mas sim em “sentir o chi” através do toque e pelo *feedback* do paciente (LANGEVIN; WAYNE, 2018).

Por fim, considerando que os efeitos da acupuntura verdadeira e simulada não possuem diferenças quanto a sua eficácia, questiona-se se o uso de agulhas é realmente necessário e que, possivelmente, a maior parte dos efeitos não estejam ligadas ao tratamento em si, mas aos fatores sociais envolvidos na terapia, tal como ter o auxílio de um profissional que demonstre empatia e que, conseqüentemente, contribua no efeito placebo (BRAGA-SIMÕES; COSTA; YAPHE, 2017).

Conclusões semelhantes podem ser tiradas da homeopatia, detectada a partir da questão 10 “Os remédios homeopáticos são eficazes como complementos no tratamento de algumas doenças”. Tal afirmação obteve 42% de aceitação total ou parcial dos bacharelandos e 60% dos licenciandos. É necessário entender que a homeopatia moderna, estruturada por Samuel Hahnemann no sec. XIV, parte principalmente (e não exclusivamente) do Princípio da infinitesimalidade, que admite que medicamentos podem apresentar certa toxicidade em sua integridade, onde a diluição sucessiva elimina os efeitos adversos, mas mantém intacto seus efeitos benéficos (VANZELA; BITENCOURT, 2017).

O Princípio da infinitesimalidade representa um problema por si só, pois é frequente que os remédios diluídos sucessivamente fiquem abaixo de 1 mol/L (limite aceitável para a diluição), ou seja, quase nenhuma substância original permanece no composto final, invalidando qualquer efeito. Muitos homeopatas discordam ao afirmar que a água possui a propriedade de manter a “essência” do remédio original, ainda que não haja comprovação científica para tal efeito (SILVERMAN, 2021). Outro problema detectado nos estudos sobre a homeopatia está na presença de trabalhos com baixa qualidade de evidências, alto risco de viés e a possibilidade de efeito placebo em diversos casos, conforme identificado pela meta-análise realizada por Mathie *et al.* (2017).

Tanto a homeopatia quanto a acupuntura são consideradas como formas alternativas e complementares de medicina, havendo, portanto, escasso suporte de evidências. Sua ampla aceitação ocorre em razão de inúmeros fatores, tais como o preço potencialmente elevado das terapias e remédios convencionais, efeitos colaterais pouco ou nada perceptíveis, aumento da desconfiança contra empresas farmacêuticas, crença de que as terapias alternativas são mais “naturais” que remédios convencionais, críticas à forma enfática que se dá ao tratamento em detrimento da prevenção na medicina convencional e informações imprecisas fornecidas pela mídia (LI; FORBES; BYRNE, 2017).

Como complemento, Lobera e Rogério-García (2020) identificaram que a crença da homeopatia e acupuntura está positivamente associada ao interesse e confiança na ciência, ou seja, não é a mera superstição que determina a crença nessas práticas, mas sim a percepção de que essas práticas são cientificamente embasadas. Dessa forma, a presença dos remédios homeopáticos nas farmácias, as recomendações feitas por médicos, a falta de conhecimento sobre a ineficácia demonstrada pelas pesquisas e até o desconhecimento público sobre os critérios de demarcação das ciências médicas contribuem para a adoção das medicinas

alternativas. Esses dados corroboram os resultados encontrados para Motivação para a Prática Científica, onde mais de 90%, tanto para bacharelado quanto para licenciatura, possuem alto grau, ainda que o grau de aceitação de homeopatia acupuntura também estejam elevadas.

Resultados semelhantes foram encontrados por Solbes, Palomar e Domingues (2018), em uma pesquisa feita com educadores de ciência em treinamento, onde 78,6% concordaram total ou parcialmente com a acupuntura, 51,9% com a homeopatia e 42% com o uso da mecânica quântica na cura de doenças. Esta última também foi amplamente endossada pelos alunos de bacharelado (49%) e licenciatura (38%) da presente pesquisa, representada pela afirmação “A mecânica quântica tem grandes implicações na explicação da consciência e/ou no tratamento de doenças”. Os autores concluem que muitas pseudociências (principalmente aquelas ligadas a saúde), além de terem muitos endossadores, estão amplamente difundidas entre educadores e na sociedade em geral, havendo inclusive um certo prestígio social e suporte institucional, sendo, portanto, importante inserir o criticismo às pseudociências nos currículos de ciência.

Em um estudo feito por Taschner *et al.* (2021), os pesquisadores identificaram que pessoas com maior crença pseudocientífica (incluindo pseudociências não relacionadas a saúde) tendem a endossar as chamadas Práticas Integrativas e Complementares em Saúde (PICs) oferecidas pelo sistema público de saúde brasileiro, o que inclui a homeopatia, a acupuntura e outras 27 práticas, notavelmente nenhuma delas possui respaldo científico. Os autores alertam sobre os riscos de se colocar a medicina convencional e as PICs no mesmo patamar de credibilidade, o que abre margem para rejeitar tratamentos efetivos e fundamentar o uso de medicamentos sem comprovação científica contra a COVID-19, por exemplo.

As dietas detox, outra pseudociência ligada a saúde, obteve 52% de aceitação total ou parcial entre estudantes de licenciatura e 40% entre os bacharelados. Trata-se de dietas cuja única fonte de calorias e nutrientes, ao longo de dias e até semanas, provém de sucos e bebidas com supostas propriedades “desintoxicantes” sem que estejam cientificamente amparadas (OBERT *et al.*, 2017). Tais dietas possuem forte apelo comercial e endosso por parte de celebridades que se apoiam em evidências fracas ou pesquisas de baixa qualidade, em conjunto com a facilidade de disseminação promovida pelas redes sociais (ARCHIBALD-DURHAM, 2021).

Outras pseudociências relativas a saúde também demonstraram ampla aceitação, tal como as afirmações “Por razões biológicas bem demonstradas, emoções negativas e traumas

não resolvidos aumentam a probabilidade de se ter câncer” (42% para bacharelado e licenciatura). Por outro lado, a afirmação “o uso de células-tronco e/ou DNA melhora a eficácia dos cremes faciais” (18% para bacharelado e 21% para licenciatura) obteve menor endosso. Cabe a reflexão sobre como estudantes de biologia, ainda que em contato com disciplinas relacionadas à saúde, como citologia, anatomia e fisiologia, apresentam um grande número de endossantes da homeopatia, acupuntura, dietas detox e demais crenças relacionadas à saúde. Sem uma abordagem objetiva sobre as pseudociências, não há razão para esperar que os futuros biólogos ou professores de biologia tenham conhecimento sobre como combater e identificar algumas *fake news* e práticas ineficientes relacionadas a saúde pública, assim como ensinar tais habilidades.

Dentre as pseudociências não relacionadas à saúde com maior aceitação, obteve-se o Design Inteligente (27% de aceitação total ou parcial para bacharelado e 33% para licenciatura), representado pela afirmação “ainda que a evolução seja um fato, existem questões biológicas que requerem uma intervenção divina e inteligente para serem explicadas”. É comum que conflitos cognitivos decorrentes de crenças religiosas surjam durante o processo educativo já no ensino básico e se estendam à graduação, tal como observa Dutra e Antunes (2019). Através de revisão bibliográfica, esses autores identificaram alguns assuntos problemáticos recorrentes: Teoria da Evolução e origem do homem, origem da vida, definição de quando começa a vida humana, origem do planeta Terra e geologia evolutiva (tectônica de placas e deriva continental), origem do universo e concepção de natureza.

Falar em Design Inteligente é reacender uma problemática envolvendo as dificuldades de se relacionar a ciência e a religião. O entendimento da evolução das espécies é um desafio, por si só, para estudantes de Ciências Biológicas e mesmo aqueles já formados podem carregar concepções equivocadas sobre seleção natural, adaptação e interpretação de filogenias, por exemplo, apresentando, assim, certa dificuldade de ensinar tais conceitos (ARAÚJO, 2020). Essa dificuldade pode ser agravada por fatores religiosos como a aprendizagem de uma interpretação de mundo baseada em autoridades religiosas e citações bíblicas ou até mesmo durante a formação básica, onde escolas públicas tendem a trazer um ensino de ciências mais deficitário em relação às particulares (DUTRA; ANTUNES, 2019).

Contextualizando com a pandemia de COVID-19, um estudo realizado por Escolà-Gascón *et al.* (2020) foi feito a partir de pessoas sem histórico de doenças psiquiátricas prévias em situação anterior e após 57 dias de quarentena. Detectou-se um aumento

significativo de sintomas psicóticos (principalmente alucinações), percepção cenestésica (dificuldade de reconhecer lugares habituais e sensação de deixar o próprio corpo), experiências paranoicas (acreditar na presença de forças sobrenaturais nocivas), sintomas depressivos e crenças pseudocientíficas. A correlação positiva entre a quarentena e os sintomas apresentados permitem inferir que o isolamento físico-afetivo e a “infodemia” (saturação populacional diante de tanta quantidade e tipo de informação) ocasionam a sensação de incerteza e falta de controle sobre o que acontece no ambiente. Esse cenário é propício para as pseudociências, pois muitas oferecem rápido conforto cognitivo e podem ser alimentadas percepções anômalas, como alucinações que invocam supostas experiências sobrenaturais.

Embora a presente pesquisa não tenha comparado as crenças em pré e pós pandemia, há a possibilidade de que as incertezas e caos desse período expliquem parcialmente os valores de crenças pseudocientíficas dos estudantes de biologia. Também é preciso relatar que a escala de Raciocínio Científico fornece pistas importantes. A questão relativa a causalidade obteve 82,1% de respostas inadequadas (erradas ou respondidas como “não sei”) para bacharelado e 65,3% para licenciatura. As ilusões causais, isto é, acreditar que há relação de causa e efeito entre fenômenos independentes, são frequentemente mais intensas naqueles com forte crença pseudocientífica (MATUTE; YARRITU; VADILLO, 2011; TORRES; BARBERIA; RODRÍGUEZ-FERREIRO, 2020). Dessa forma, é possível que haja alguma relação entre os resultados obtidos para a questão de causalidade e o endosso às pseudociências.

Em paralelo, a causalidade entre fenômenos pode ser influenciada por fatores ocultos chamados variáveis de confundimento. Quando essas variáveis são ignoradas ou não medidas, estimativas válidas de efeitos causais não podem ser obtidas (CUMMISKEY *et al.*, 2020), resultando nas já mencionadas ilusões causais. Na prática, enxergar padrões que não existem, frequentemente está baseado no valor excessivo dado às evidências que apoiam as crenças pessoais e na minimização daquelas que contrariam, gerando o viés de confirmação (FFORDE, 2017). Um exemplo é encontrado em muitas pessoas que tomaram medicamentos sem efeitos para o tratamento de COVID-19, foram curadas e assumiram que isso ocorreu em decorrência desse remédio, sem considerar outros fatores que possivelmente tiveram maior efeito na cura, tal como idade, ausência de comorbidades, condicionamento físico, etc.

Considerando as repostas dadas para a questão sobre o viés de confirmação, questiona-se o quanto os alunos de biologia estão propensos a cair nesse viés e endossarem crenças pseudocientíficas. Tomarem conhecimento sobre os vieses não só é útil para a vida pessoal, à medida que ajuda a filtrar informações, mas também para prática do profissional pesquisador que lida com análise de variáveis em suas pesquisas ou para o professor, na possibilidade de ensino e detecção de vieses como parte integrante da educação científica.

6.2 POSITIVISMO INGÊNUO

A partir do princípio de que cursos de ciências devem conter concepções errôneas, espera-se então que a maioria dos estudantes tenham baixo grau de crenças positivistas ingênuas. Porém, os dados revelam que a maioria possui grau moderado ou alto, independente do grau de formação ou da modalidade. No entanto, há uma tendência estatisticamente significativa dos estudantes de licenciatura apresentarem maior endosso de Positivismo Ingênuo em relação aos bacharelado. Primeiramente, é importante considerar que não há impedimentos para que licenciandos realizem pesquisas científicas de qualquer natureza, porém, durante a formação acadêmica, o enfoque demasiado na prática de ensino pode comprometer a prática da pesquisa, em virtude da dificuldade em se contrabalancear o tempo investido nessas duas práticas. Deve-se considerar também que as licenciaturas podem perfeitamente aliar a prática de ensino com as pesquisas na área de ensino, onde há a possibilidade de atuação para professores formados e em formação buscarem melhoria de desempenho de sua própria atuação profissional (MACIEL; ANIC, 2019).

Todavia, se os futuros professores não possuem contato suficiente com a prática científica e também desconhecem da possibilidade de pesquisa em ensino, é altamente provável que resulte em uma formação de visão pouco reflexiva, excessivamente teórica e fundamentada majoritariamente em senso comum, tal como encontrado por Hidalgo e Júnior (2019) que identificaram graduandos finalistas com uma percepção de Ciência excessivamente focada na experimentação e na confirmação ou negação de hipóteses.

Quando se fala em senso comum, fala-se de um modo espontâneo de conhecer, baseado na vida diária e sem aplicação de um método de investigação ou de reflexão apurada, sendo, portanto, de objetividade e racionalidade limitada (MARCONI; LAKATOS, 2018).

Há dois fatores que apoiam a tese de senso comum como origem do positivismo ingênuo dos estudantes da presente pesquisa. O primeiro está relacionado a tendência do grau de positivismo manter-se constante ao longo da trajetória acadêmica, demonstrando que os graduandos já trazem tais concepções do Ensino Médio e, não raramente, continuam, mesmo em vias de finalização do curso. Outro fator diz respeito aos altos graus de abertura para o pensamento crítico e motivação para a prática científica encontrados em todos os graus de formação e modalidades. Pode-se afirmar que existe a vontade de superação do positivismo, enquanto senso comum, mas sem a exposição de como superar esse problema, os estudantes ficam até mesmo sem saber que possuem concepções errôneas. Está claro que a disciplina de Fundamentos de Pesquisa é insuficiente para gerar qualquer efeito significativo contra o Positivismo Ingênuo.

Uma questão válida é que muitas concepções positivistas ingênuas e crenças pseudocientíficas possuem origem no senso comum. Porém, Xavier e Flôr (2015) mencionam que o saber popular (também chamado de primevo) diferencia-se do termo senso comum em razão de não permear a sociedade em geral (é produzido por grupos específicos, como famílias e comunidades) e, apesar de baseadas em experiências empíricas do cotidiano, crenças e superstições, possuem um importante papel na resolução de problemas pontuais (e.g uso de chás e ervas medicinais) com o objetivo de melhoria de vida. É evidente que concepções objetivamente errôneas devem ser anuladas, porém negligenciar a vivência não-científica já trazidas por estudantes e oferecer uma ciência deslocada com a realidade local apenas cria uma barreira para o processo de ensino-aprendizagem. Para que assimile novos conceitos, é importante então que o estudante possa estabelecer relações significativas com outros conceitos que já possui (KÜSTER; RIBEIRO; ROBAINA, 2019).

A questão 2 possui um ponto de bastante interesse, visto que Bacharelado e Licenciatura apresentaram forte tendência de endossar a frase “a maioria dos cientistas segue o método científico universal, passo-a-passo, para fazer suas pesquisas (...). Isso ocorre em razão do método científico, por ser universal, assegura resultados válidos, claros, lógicos e precisos”. Um dos problemas resultantes dessa crença (particularmente para biólogos) é, se definida que o método hipotético-dedutivo é único ou universal, abre-se uma abertura para que a própria Teoria da Evolução (assim como algumas áreas das Ciências Sociais) sejam atacadas em razão da concepção equivocada de que, por não serem testáveis por meio do Método Científico, não são científicas (LEDERMAN; LEDERMAN, 2013).

As questões 8 “não existe um método científico fixo, o conhecimento científico pode ser descoberto acidentalmente, por exemplo” e 7 “não existe um método científico único. Os cientistas usam vários métodos para obter resultados” obtiveram resultados de disposição menor em relação a questão 2 para ambas as modalidades, ainda que tratem do mesmo tema. Essa diferença pode ser explicada em razão das questões 7 e 8 trazerem indicações de que não há um método único e criando suspeita e reflexão por parte dos respondentes. Isso é particularmente plausível para a questão 8, pois a exemplificação da descoberta ao acaso da penicilina é bastante comum nos cursos de biologia (CORRÊA *et al.*, 2013).

O alto grau de aceitação da questão 3 por ambas as modalidades (mais de 70% de aceitação para bacharelado e licenciatura) é representada pela frase “se uma teoria (como a teoria da evolução) resistir a muitos testes, eventualmente se tornará uma lei (como a lei da gravidade), portanto, uma lei possui mais suporte de evidências” é particularmente preocupante. Diferenciar teorias e leis é uma das bases fundamentais da prática científica, visto que o próprio método hipotético-dedutivo utiliza e gera teorias constantemente. A percepção de que as leis são hierarquicamente superiores está além de mera concepção e se conecta com uma ideia objetivamente incorreta, além de abrir espaço para muitos dos conhecimentos da biologia sejam minimizados, principalmente para estudantes de ensino médio que sejam ensinados por professores que carregam concepções errôneas.

A questão 12 foi uma das questões onde o endosso é maior entre licenciandos, representada pela afirmação “investigações científicas não são influenciadas por valores socioculturais (tendências atuais da sociedade) por esses serem subjetivos e a ciência se basear em objetividade”. A negativa dessa afirmação, em tempos de crises econômicas, sanitárias e da própria continuidade das instituições científicas levanta considerações importantes. Oliveira (2020) comenta como as teorias da conspiração se aliam com outras ideias anticientíficas e prosperam em muitos campos sociais, moldando narrativas políticas e científicas através da mídia tradicional e de redes sociais. Os incautos, seja ele um admirador das pseudociências ou até mesmo um cientista positivista, caem em “bolhas” onde as ideias que acatam suas crenças são constantemente (re)confirmadas. Ao ignorar que a própria prática possui influências socioculturais, os estudantes de biologia (principalmente licenciandos) podem abrir mão de seu papel, enquanto peça central na articulação de medidas que aplaquem a crise epistêmica atual.

A questão 4 e 5 lidam diretamente com a importância da imaginação na ciência, porém os licenciandos apresentaram maior rejeição a essa ideia. Batista (2017) argumenta que os aspectos inventivos da imaginação são inerentes ao conhecimento científico, pois a própria construção *a priori* de conceitos, métodos, teorias, campos de estudos, já demanda inventividade para lidar com a abstração. Embora não seja possível afirmar sobre as consequências de se minimizar a participação da imaginação a partir dos dados obtidos, levanta-se a possibilidade de que, em consonância com o endosso positivista geral, os estudantes eliminem ideias mais ousadas por aparentarem demasiadamente “fantasiosas” e aceitem ideias mais alinhadas ao “ordinário” da ciência, limitando-se a pesquisar temas que apenas confirmam o conhecimento já proposto.

A questão 6, definida pela afirmação “alunos de ciência não devem aprender que a ciência é mutável, pois isso diminuirá a aceitação das ciências” invoca perspectivas otimistas em virtude da total ausência de endosso por parte dos bacharelados e apenas 4% de aceitação dos licenciandos. Essa importância pode ser exemplificada pela pandemia da COVID-19, onde medidas mitigatórias tiveram de ser rapidamente propostas em consonância com a confiabilidade científica. À medida em que novas descobertas são realizadas, premissas antes consideradas certas são atualizadas ou até mesmo drasticamente modificadas, o que é o esperado durante a construção do pensamento científico. Entretanto, a sociedade em geral espera por provas absolutas e, quando esse anseio não é atendido, gera desconfiança e desengajamento. Esse problema é amplificado pela dificuldade de se dialogar com a população, que deve interpretar análises técnicas nem sempre compreensíveis (MASSARANI *et al.*, 2021). Há então um desafio do ensino de ciências em criar a noção de que o conhecimento científico está em constante mudança e que a ausência de provas absolutas não significa falta de confiabilidade da ciência.

6.3 PENSAMENTO CRÍTICO

O Pensamento Crítico é tido como uma das soluções para os problemas que estão nas mãos do ensino de ciências. No curso de Ciências Biológicas, está claro que esse é um aspecto no qual os estudantes demonstram bastante disposição, não importando se são iniciantes, intermediários ou avançados. Mas, demonstrar disposição não é o suficiente para que o PC seja colocado em prática.

Conforme visto, o endosso às pseudociências e ao positivismo ingênuo já denotam que a maioria dos estudantes não possui habilidades para usar o PC na minimização desses erros de concepção. A escala de Raciocínio Científico também apoia essa conclusão, conforme foi visto nas respostas das questões que testavam a capacidade de detectar viés causalidade e variáveis de confundimento, assim como as outras duas questões, validade de construção e viés de resposta, que também apresentaram um número considerável de respostas incorretas.

Com esses resultados em mãos, a pergunta a ser feita é: como promover o Pensamento Crítico? O Capítulo 3 fornece com maiores detalhes ideias de procedimentos a serem adotados, porém, acrescenta-se sugestões voltadas especialmente para o presente trabalho. Primeiro, é preciso considerar que, para alguns dos estudantes, certas ideias pseudocientíficas e positivistas ingênuas já são conceituadas como “verdades” e ideias contrárias podem ser contraintuitivas, dificultando o processo de aprendizagem. Como então lidar com esses conceitos prévios equivocados que tendem a resistir à mudança?

Primeiramente, conforme Mason e Zaccoletti (2020), as evidências indicam que, quando uma pessoa adquire concepções científicas novas, essas continuam coexistindo e competem com as antigas, porém, essas mais arcaicas levam certa vantagem por serem passíveis de fácil reativação a partir da memória de longo prazo. Portanto, é crucial inibir a interferência de conceitos equivocados em momentos onde o estudante deve escolher entre soluções de um problema científico, avaliar a exatidão de diferentes respostas ou fornecer uma explicação. Para tal, existem mecanismos chamados de funções executivas, pelas quais as tarefas cognitivas são resolvidas, essas são dividida em três habilidades: inibição, atualização e mudança. A inibição é a habilidade de suprimir respostas dominantes e automáticas em favor de respostas mais adequadas à tarefa. A próxima habilidade é a atualização, onde as memórias das antigas concepções são substituídas. Por fim, ocorre a mudança, a habilidade de alternar entre os objetivos da tarefa.

Contextualizando, usa-se o exemplo da homeopatia. Essa é a crença com conceitos errôneos dominantes e automáticos, ou seja, feitos sem reflexão e contraintuitiva, considerando sua popularidade, apoio de diversos médicos, realização de pesquisas na área, etc. Apresenta-se então os conceitos novos e apropriados, de modo a oferecer refutação às ideias equivocadas, no caso, através da apresentação dos problemas lógicos da homeopatia. Porém, ainda que sejam vistas como coerentes pelo estudante, o antigo

conceito ainda rivalizará com o novo, sendo então necessário o processo de revisão, para que as ideias novas se tornem dominantes. Na revisão, é importante que os estudantes criem a noção de que seus conceitos prévios já não são suficientes para explicar um fenômeno examinado e as que os novos sejam compreensíveis, plausíveis em termos de credibilidade e consistência com os conceitos já existentes e que consigam dar conta de outros fenômenos (MASON; ZACCOLETTI, 2020). Dessa forma, além de apresentar as falhas da homeopatia, também é necessário demonstrar como medicamentos efetivos contornam essas falhas e que esse é justamente o motivo de sua efetividade.

Quanto a fé religiosa, seria ela um obstáculo para o desenvolvimento do PC? Muitos estudantes possuem dificuldade em lidar com as questões que envolvem os conteúdos científicos e a visão religiosa (conforme exemplificado pelo Design Inteligente), o que é agravado por professores que desconhecem formas de abordar tal problemática (DUTRA; ANTUNES, 2019). Para os estudantes de biologia há um grau alto de confiança na fé religiosa, sendo que mais da metade confia mais na fé do que na ciência quando estas divergem. Isso levanta a hipótese de que esses estudantes possam comprometer seu próprio aprendizado sobre o tema e/ou a qualidade de ensino enquanto professores, principalmente quando comparados aos estudantes que, mesmo com alto grau de fé, acabam confiando mais na ciência.

A pesquisa de Daws e Hampshire (2017) suporta essa hipótese, pois os autores revelam que em tarefas que envolvem conflito cognitivo, indivíduos com maior religiosidade tendem a buscar respostas intuitivas ao invés de habilidades subjacentes para entender regras lógicas complexas ou para manter informações na memória. Esse problema é agravado ainda mais quando a religiosidade está relacionada a visões políticas. Wills, Brewster e Nowak (2019) identificaram que a religiosidade é positivamente relacionada à desconfiança na ciência e a visões político-ideológicas conservadoras. Ao identificar o professor como ideologicamente oposto, cria-se uma barreira para aprendizagem e o estudante pode passar meramente a responder exames de acordo com “o que o professor quer ler”. Em busca de uma aprendizagem mais efetiva, é preferível que temas que envolvem aspectos de ciência *versus* religião sejam abertamente tratados através de discussões e levem estudantes e professores a pensar criticamente sobre a questão.

6.4 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

E vista do presente trabalho não objetivar a busca por correlações, inferir que determinada concepção influencia a outra somente é possível com base em outros trabalhos que já encontraram correlações para os mesmos aspectos analisados. Variáveis não mensuradas (e.g. aspectos socioeconômicos) podem estar influenciando parcialmente alguns dos resultados obtidos, mas é importante esclarecer que de forma nenhuma os problemas encontrados são invalidados. Pode-se questionar a causa, mas a lógica dos problemas e o grau de disseminação estão empiricamente embasados sem que isso limite discussões *a posteriori*.

Um ponto importante está relacionado às pseudociências. Os instrumentos de coleta que fundamentaram aquele usado no presente estudo definitivamente não abarcam crenças pseudocientíficas presentes no contexto do Brasil e do Amazonas, ou seja, é provável que a extensão dessas crenças entre estudantes de biologia seja ainda maior e, por estarem enraizadas na cultura local, sejam ainda mais difíceis de serem reduzidas.

6.5 APLICAÇÕES DO DIAGNÓSTICO

Com base nos resultados obtidos, são listadas recomendações de como resolver os problemas encontrados através da síntese dos capítulos 3, assim como as demais medidas já discutidas, todas de acordo com o contexto do curso de Ciências Biológicas:

- a) a disposição para o pensamento crítico e a motivação para a prática científica são elementos importantes a serem desenvolvidos. Considerando que ambos os aspectos se encontram em alta, independente do grau de formação ou da modalidade, o caminho para o desenvolvimento de competências como letramento e raciocínio científico está aberto para serem aceitos pelos estudantes;
- b) logo nos semestres iniciais de desenvolvimento acadêmico é importante trabalhar aspectos relacionados a princípios da Natureza da Ciência. Propõe-se então que sejam identificadas concepções errôneas o quanto antes, em razão de muitas delas terem motivação emocional de difícil modificação. Para tal, é necessário que ocorra a leitura e discussão de textos que contrariam preconceitos de forma lógica, clara e empática, incitando a noção de que as ideias antigas são insuficientes para explicar fenômenos;

- c) a argumentação é essencial para o desenvolvimento do pensamento crítico. Essa habilidade pode ser desenvolvida através da abordagem explícita de concepções científicas, avaliação da qualidade e poder dos diferentes tipos de evidências e contextualização sociocientífica na resolução de problemas específicos;
- d) abordar explicitamente quais são os principais tipos de vieses cognitivos, bem como identificá-los e superá-los. Essa é uma abordagem que pode ser utilizada junto com o desenvolvimento da argumentação, visto que recorrer a vieses em uma discussão não é algo raro;
- e) o fenômeno das *fake news* é a fonte de grandes problemas de concepções, mas também é parte da solução. Há muitos sites voltados para a checagem de informações e divulgação científica que estão constantemente refutando novas notícias falsas. A contextualização da argumentação e identificação de vieses cognitivos pode ser feita por professores e estudantes através de inúmeros exemplos obtidos através desses sites e de acordo com o tema da disciplina ministrada;
- f) o ensino de ciências deve considerar que a retenção a longo prazo pode ser obtida através da redundância durante a formação acadêmica. Dessa forma, muitos elementos do letramento científico podem ser vistos e revistos em diferentes disciplinas e em diferentes contextos, abarcando estudantes iniciantes, intermediários e avançados.

CAPÍTULO VII

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo identificar quais as concepções científicas e errôneas de graduandos de um curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Amazonas a partir do grau de endosso às pseudociências e ao positivismo ingênuo, disposição ao pensamento crítico, motivação para a prática científica, raciocínio científico e força da fé.

Partindo do princípio de que o curso oferece uma disciplina voltada para o ensino de preceitos científicos (Fundamentos de Pesquisa) e que a prática de pesquisa está dispersa ao longo da trajetória acadêmica, levantou-se a possibilidade de que os estudantes apresentariam pouco grau de endosso às concepções errôneas, no entanto esse fator não foi observado. Pseudociência e Positivismo Ingênuo obtiveram grande grau de aceitação, assim como o viés de causalidade encontrado na escala de Raciocínio Científico. Por outro lado, a motivação para pensar criticamente e para a prática científica possuem amplo apreço, fatores esses importantes para o ensino de ciências. Tais resultados permitem direcionar estratégias claras de como atualizar a abordagem de ensino-aprendizagem oferecida pelo curso.

É importante deixar claro que o diagnóstico não tem a pretensão de oferecer soluções para todos os problemas que permeiam o curso, apenas expor aspectos onde há possibilidade de aperfeiçoamento, principalmente a nível curricular. Esse é um elemento importante pois, ainda que um professor ofereça aulas demasiadamente conteudistas, abordar conceitos como vieses cognitivos, pseudociência ou positivismo ingênuo já garante que os estudantes ao menos saibam da existência dessas ideias, considerando que muitos desconhecem que estão envolvidos por concepções errôneas.

Outro fator a ser considerado é, embora as pseudociências devam ser combatidas, não se pode deixar que ideias positivistas sobre a superioridade da ciência sejam impulsionadas. É comum que estudantes tragam bagagens culturais sobre, por exemplo, uso de remédios caseiros e plantas medicinais, concepções sobre como funciona os fenômenos da natureza e o uso de palavras não-científicas em seu vocabulário, o que é confrontado diretamente pelas concepções científicas. Qualquer tentativa de extirpar tais

conhecimentos que compõem a realidade do indivíduo apenas criam sentimento de autoritarismo da ciência e acabam por afastar oportunidades de aprendizagem. As ciências encontram seu sentido quando os saberes populares são fonte de inspiração para novas pesquisas e levam estudantes a entenderem o mundo a partir de muitas de suas visões já existentes. O que se questiona, no entanto, é quando as visões (sejam elas científicas ou populares), são carregadas de dogmatismo e abrem margem para gerar ou sofrer preconceitos, manipulação, charlatanismo e influenciar em políticas públicas.

É possível que a atual conjectura da ciência no Brasil, para além das questões estritamente políticas, esteja em um paradigma cujo diagnóstico encontra-se disperso em trabalhos, pesquisas e artigos científicos que nunca são colocados em práticas. Um paradigma que mantém pesquisadores e professores de ciência com crenças positivistas e que nada contribuem para melhorar a visão de ciência da sociedade. Um paradigma que minimiza o papel da divulgação científica e cega a percepção das periculosidades das pseudociências. Há ainda casos onde aqueles que possuem noção da existência desses problemas, não possuem ferramentas ou ânimo para solucioná-los.

Oferecer diagnósticos objetivos é essencial para criar a percepção de confiança e o já tão mencionado conforto cognitivo que, ao contrário das falsas certezas das pseudociências e do positivismo, pode ser baseado em evidências sólidas. Com isso, sabe-se que há possibilidade de identificar problemas, oferecer soluções lógicas e analisar os resultados para adaptá-los ou substituí-los por estratégias melhores. É importante então que, para além do curso de Ciências Biológicas da UFAM, diagnósticos similares sejam aplicados a todos os cursos de ciências de todas as universidades em prol de um novo fazer e ensinar científico.

REFERÊNCIAS

- ABRUCIO, F. L.; GRIN, E. J.; FRANZESE, C.; SEGATTO, C. I.; COUTO, C. G. Combate à COVID-19 sob o federalismo bolsonarista: um caso de descoordenação intergovernamental. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 54, n. 4, p. 663-677, 2020.
- AJZENMAN, N.; CAVALCANTI, T.; MATA, D. More Than Words: Leaders' Speech and Risky Behavior during a Pandemic. **SSRN Electronic Journal**, p. 1-13, Abr. 2020.
- ALAKWE, K. O. Positivism and Knowledge Inquiry: From Scientific Method to Media and Communication Research. **Specialty Journal of Humanities and Cultural Science**, v. 2, n. 3, p. 38-46, 2017.
- ALLCHIN, D. Beyond the Consensus View: Whole Science. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 17, n. 1, p. 18–26, 2017.
- AMANI, B.; KHANIJAHANI, A.; AMANI, B. Hydroxychloroquine plus standard of care compared with standard of care alone in COVID-19: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Scientific Reports**, USA, v. 11, n. 1, p. 11974, Jun. 2021.
- ANDRADE, A. B.; PELICICE, F. M. Concepções de Método Científico entre pós-graduandos em cursos de Ecologia. **Ciências & Cognição**, v. 23, n. 2, p. 290-306, dez. 2018.
- ARANA, H. G. **Positivismo**: reabrindo o debate. São Paulo: Editora Autores Associados, 2007.
- ARAÚJO, L. A. L. Concepções equivocadas sobre evolução biológica: um estudo comparativo entre graduandos em ciências biológicas e pós-graduandos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 2, p. 332-246, 2020.
- ARCHIBALD-DURHAM, L. The insta-diet. **Current Allergy & Clinical Immunology**, v.34, n. 1, p. 30-32, 2021.
- ARCHILA, P. A.; MOLINA, J.; MEJÍA, A. T. Using Historical Scientific Controversies to Promote Undergraduates' Argumentation. **Science & Education**, v. 29, n. 3, p. 647-671, 2020.
- AVAAZ. As Fake News estão nos deixando doentes? Como a desinformação antivacinas pode estar reduzindo as taxas de cobertura vacinal no Brasil. Disponível em: <https://sbim.org.br/images/files/po-avaaz-relatorio-antivacina.pdf>. Acesso em: 09 maio 2020.
- AYALA-VILLAMIL, L.; GARCÍA-MARTÍNEZ, A. VNOS: A Historical Review of an Instrument on the Nature of Science. **Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education**, v. 17, n. 2, p. e2238, 2021.
- AZEVEDO, N. H.; SCARPA, D. L. A Systematic Review of Studies about Conceptions on the Nature of Science in Science Education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 2, p. 621-659, 2017.

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico: Contribuição para uma Psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Editora Contraponto, 1996.

BATISTA, O. A. Ciência e Imaginário poético: reflexões para uma interface da razão com a imaginação. **Contemporâneos: Revista de Artes e Humanidades**, n. 16, p. 1-19, mai-out. 2017.

BATTISTI, C. A. O método de análise cartesiano e o seu fundamento. **Scientiae Studia**, v. 8, n. 4, p. 571-596, 2010.

BAVEL, J. J. V. *et al.* Using social and behavioural science to support COVID-19 pandemic response. **Nature Human Behaviour**, v. 4, n. 5, p. 460-471, 2020.

BEJARANO, N. R. R.; ADURIZ-BRAVO, A.; BONFIM, C. S. Natureza da Ciência (NOS): para além do consenso. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 25, n. 4, p. 967-982, Maio 2019.

BERAN, M. J. To Err Is (Not Only) Human: Fallibility as a Window Into Primate Cognition. **Comparative Cognition & Behavior Reviews**, v. 12, p. 57-81, 2017.

BLANCKE, S; SMEDT, J. D. Evolved to Be Irrational? Evolutionary and Cognitive Foundations of Pseudosciences. *In*: PIGLIUCCI, M.; BOUDRY, M. (org.) **Philosophy of Pseudoscience: Reconsidering the Demarcation Problem**. EUA: University of Chicago Press, 2013. p. 361-379.

BLANCO, F. Positive and negative implications of the causal illusion. **Consciousness and Cognition**, v. 50, p. 56-68, 2017.

BLANCO, F.; MATUTE, H. Exploring the Factors That Encourage the Illusions of Control: The Case of Preventive Illusions. **Experimental Psychology**, v. 62, n. 2, p. 131-142, 2015.

BLOOM, P. Religion is natural. **Developmental science**, v. 10, n. 1, p. 147-151, 2007.

BRAGA-SIMÕES, J.; COSTA, P. S.; YAPHE, J. Placebo prescription and empathy of the physician: A cross-sectional study. **European Journal of General Practice**, v. 23, n. 1, p. 98-104, 2017.

BRANDÃO, A. R. P. A Postura do Positivismo em Relação as Ciências Humanas. **Theoria-Revista Eletrônica de Filosofia**, v. 3, n. 6, p. 80-105, 2011.

BRASIL. **Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1996. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/lei9394_ldbn1.pdf. Acesso em: 07 abr 2020.

BRONSTEIN, M. V.; PENNYCOOK, G.; JOORMANN, J.; CORLETT, P. R.; CANNON, T. C. Dual-process theory, conflict processing, and delusional belief. **Clinical Psychology Review**, v. 72, p. 1-12, Aug. 2019.

- BRITO, J. B. O problema da demarcação científica em Karl Popper. **Revista Ideação**, v. 1, n. 29, p. 63, 2018.
- BÜCHEL, C. *et al.* Placebo Analgesia: A Predictive Coding Perspective. **Neuron**, v. 81, n. 6, p. 1223-1239, 2014.
- BUNGE, M. **Matéria e Mente**. 1. ed. Editora Perspectiva, 2017.
- BUTLER, H. A.; PENTONEY, C.; BONG, M. P. Predicting real-world outcomes: Critical thinking ability is a better predictor of life decisions than intelligence, **Thinking Skills and Creativity**, v. 25, p. 38-46, 2017.
- CALIL, G. G. A negação da pandemia: reflexões sobre a estratégia bolsonarista. **Serviço Social & Sociedade**, n. 140, p. 30-47, jan-abr. 2021.
- CALLAGHAN, C. Pseudoscience in medicine: cautionary recommendations. **African Health Sciences**, v. 19, n. 4, p. 3118–3126, 2019.
- CALMON, M. Considerations of coronavirus (COVID-19) impact and the management of the dead in Brazil. **Forensic Science International: Reports**, v. 2, p. 1-5, 2020.
- CARLSON, S. A Double Blind Test of Astrology. **Nature**, n. 318, p. 419–425, 1985.
- CASTAÑON, G. A. Cognitivismo e racionalismo crítico. **Psicologia argumento**, Curitiba, v. 25, n. 50, p. 277-290, jul-set. 2007.
- ČAVOJOVÁ, V.; ŠROL, J.; JURKOVIČ, M. Why should we try to think like scientists? Scientific reasoning and susceptibility to epistemically suspect beliefs and cognitive biases. **Applied Cognitive Psychology**, v. 34, n. 1, p. 85-95, 2020.
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Percepção pública da C&T no Brasil – 2019**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/CGEE_resumoexecutivo_Percepcao_pub_CT.pdf. Acesso em: 09 maio 2020.
- CHOMPALOV, I; POPOV, L. Positivist Misconceptions of Science and the Search for Viable Solutions. **European Journal of Interdisciplinary Studies**, v. 6, n. 2, p. 14, 2020.
- CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.
- CHAUVIN, B.; MULLET, E. Individual differences in paranormal beliefs: The differential role of personality aspects. **Current Psychology**, v. 40, n. 3, p. 1218-1227, nov. 2018.
- CHEN, S. Development of an instrument to assess views on nature of science and attitudes toward teaching science. **Science Education**, v. 90, n. 5, p. 803-819, 2006.
- COLLOCA, L. The Placebo Effect in Pain Therapies. **Annual Review of Pharmacology and Toxicology**, v. 59, n. 1, p. 191-211, 2019.

COMTE, A. **Curso de filosofia positiva**. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

CORRÊA, A. D. *et al.* Uma abordagem sobre o uso de medicamentos nos livros didáticos de biologia como estratégia de promoção de saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 10, p. 3071-3081, 2013.

CUMMISKEY, K. *et al.* Causal Inference in Introductory Statistics Courses. **Journal of Statistics Education**, v. 28, n. 1, p. 2–8, 2020.

CUNHA, I. F. Uma discussão sobre a unidade da ciência: Neurath e a utopia da ciência unificada. **Scientiæ Studia**, v. 13, n. 1, p. 97-122, 2015.

CUNHA, R. B. Alfabetização científica ou letramento científico? interesses envolvidos nas interpretações da noção de *scientific literacy*. **Revista Brasileira de Educação**, v. 22, n. 68, p. 169–186, 2017.

DACEY, M. Anthropomorphism as Cognitive Bias. **Philosophy of Science**, v. 84, n. 5, p. 1152-1164, 2017.

DANCEY, C. P.; REIDY, J. **Estatística sem matemática para Psicologia**. Porto Alegre: Editora Penso, 2013.

DANIELS, J. P. Health experts slam Bolsonaro's vaccine comments. **The Lancet**, v. 397, n. 10272, p. 361, 2021.

DAWS, R. E.; HAMPSHIRE, A. The negative relationship between reasoning and religiosity is underpinned by a bias for intuitive responses specifically when intuition and logic are in conflict. **Frontiers in Psychology**, v. 8, p. 2191, dec. 2017.

DELMAZO, C.; VALENTE, J. C. L. Fake news on online social media: propagation and reactions to misinformation in search of clicks. **Media & Jornalismo**, v. 18, n. 32, p. 155-169, 2018.

DESCARTES, R. **Discurso do método**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

DOUGLAS, K. M.; SUTTON, R. M.; CICHOCKA, A. The Psychology of Conspiracy Theories. **Current Directions in Psychological Science**, v. 26, n. 6, p. 538-542, 2017.

DRUMMOND, C.; FISCHHOFF, B. Development and Validation of the Scientific Reasoning Scale. **Journal of Behavioral Decision Making**, v. 30, n. 1, p. 26-38, 2017.

DUKAS, Reuven. Cognitive innovations and the evolutionary biology of expertise. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 372, n. 1735, p. 1-9, 2017.

DURBANO, J. P. M.; PRESTES, M. E. B. Comparação das ferramentas VNOS-C e VOSE para obtenção de concepções de alunos do IB/USP acerca da Natureza da Ciência. *In*: SILVA,

C. C.; PRESTES, M. E. P. **Aprendendo ciência e sua natureza: abordagens históricas e filosóficas** (org.). São Carlos: Tipographia Editora Expressa. 2013. p. 229-244.

DUTRA, G.; ANTUNES, M. C. P. Fé cristã e conteúdos científicos nas aulas de ciências da natureza: uma análise a partir de trabalhos publicados nos últimos anos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 1, p. 45-61, 2019.

ESCOLÀ-GASCÓN, A.; MARÍN, F. X.; RUSIÑOL, J.; GALLIFA, J. Pseudoscientific beliefs and psychopathological risks increase after COVID-19 social quarantine. **Globalization and Health**, v. 16, n. 1, p. 1-11, 2020.

EVANS, J. S. B. T. Reflections on reflection: the nature and function of type 2 processes in dual-process theories of reasoning. **Thinking & Reasoning**, v. 25, n. 4, p. 383-415, 2019.

FARIA, C.; FREIRE, S. GALVÃO, C. REIS, P. FIGUEIREDO, O. “Como trabalham os cientistas?”: potencialidades de uma atividade de escrita para a discussão acerca da natureza da ciência nas aulas de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, n. 1, p. 1-22, mar. 2014.

FASCE, A.; ADRIÁN-VENTURA, J.; AVENDAÑO, D. Do as the Romans do: On the authoritarian roots of pseudoscience. **Public Understanding of Science**, v. 29, n. 6, p. 597-613, jun. 2020.

FASCE, A.; PICÓ, A.. Science as a Vaccine: The Relation between Scientific Literacy and Unwarranted Beliefs. **Science & Education**, v. 28, n. 1–2, p. 109-125, mar. 2019.

FAST, N.; GRUENFELD, D.; SIVANATHAN, N.; GALINSKY, A. Illusory control a generative force behind power’s far-reaching effects. **Psychological Science**, v. 20, n. 4, p. 502-508, apr. 2009.

FEITOSA, M. C.; SOARES, L. S.; BELEZA, C. M. F. SILVA, G. R. F.; LEITE, I. R. L. Uso de escalas/testes como instrumentos de coleta de dados em pesquisas quantitativas em enfermagem. **Sanare – Revista de Políticas Públicas**, v. 13, n. 2, p. 92-97, 2014.

FERGUSON, N, M. *et al.* Report 9: Impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID19 mortality and healthcare demand. **Imperial College London**, v. 10, n. 77482, p. 1-20, mar. 2020. Disponível em: <http://spiral.imperial.ac.uk/handle/10044/1/77482>. Acesso em: 20 jul. 2021.

FITRIANI, A.; ZUBAIDAH, S.; SUSILO, H.; AL MUHDHAR, M. H. I. PBLPOE: A Learning Model to Enhance Students" Critical Thinking Skills and Scientific Attitudes. **International Journal of Instruction**, v. 13, n. 2, p. 89-106, apr. 2020.

FRANCELIN, M. M. Ciência, senso comum e revoluções científicas: ressonâncias e paradoxos. **Ciência da Informação**, v. 33, n. 3, p. 26-34, dez. 2004.

FFORDE, A. Confirmation bias: methodological causes and a palliative response. **Quality & Quantity**, v. 51, n. 5, p. 2319–2335, 2017.

FUJIMURA, J. H.; HOLMES, C. J. Staying the Course: On the Value of Social Studies of Science in Resistance to the “Post-Truth” Movement. **Sociological Forum**, v. 34, n. S1, p. 1251-1263, ago. 2019.

FURLAN, S.; AGNOLI, F.; REYNA, V. F. Intuition and analytic processes in probabilistic reasoning: The role of time pressure. **Learning and Individual Differences**, v. 45, p. 1–10, 2016.

GALHARDI, C. P. *et al.* Fato ou Fake? Uma análise da desinformação frente à pandemia da Covid-19 no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 2, p. 4201-4210, out. 2020.

GALLUP. Wellcome Global Monitor - How does the world feel about science and health? **Gallup**, 2018. Disponível em: <https://wellcome.ac.uk/sites/default/files/wellcome-global-monitor-2018.pdf>. Acesso em: 09 maio 2020.

GARCIA, R. 7% dos brasileiros afirmam que Terra é plana, mostra pesquisa. **Jornal Folha de São Paulo**. São Paulo, 14 de jul de 2019. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2019/07/7-dos-brasileiros-afirmam-que-terra-e-plana-mostra-pesquisa.shtml>. Acesso em: 09 maio 2020.

GELFERT, A. Fake News: A Definition. **Informal Logic**, v. 38, n. 1, p. 84-117, mar. 2018.

GERMANO, M. G.; FEITOSA, S. S. Ciência e senso comum: concepções de professores universitários de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n.3, p. 723-735, 2013.

GEUTER, S.; KOBAN, L.; WAGER, T. D. The Cognitive Neuroscience of Placebo Effects: Concepts, Predictions, and Physiology. **Annual Review of Neuroscience**, v. 40, n. 1, p. 167-188, 2017.

GIGERENZER, G.; GAISSMAIER, W. Heuristic Decision Making. **Annual Review of Psychology**, v. 62, n. 1, p. 451-482, 2011.

GLYNN, S. M.; BRICKMAN, P.; ARMSTRONG, N.; TAASOBSHIRAZI, G. Science motivation questionnaire II: Validation with science majors and nonscience majors. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 48, n. 10, p. 1159–1176, 2011.

GRAMACHO, W. G.; TURGEON, M. When politics collides with public health: COVID-19 vaccine country of origin and vaccination acceptance in Brazil. **Vaccine**, v.39, n.19, p. 2608-2612, 2021.

GRIFFITHS, O.; SHEHABI, N.; MURPHY, R. A.; Le Pelley, M. E. Superstition predicts perception of illusory control. **British Journal of Psychology**, v. 110, n. 3, p. 499-518, 2019.

GUZZO, V.; GUZZO, G. B. O pensamento crítico como ferramenta de defesa intelectual. **CONJECTURA: filosofia e educação**, v. 20, n. 1, p. 64-76, abr. 2015.

HACKING, I. Positivism. *In*: HACKING, I. **Representing and Intervening**: introductory topics in the philosophy of natural science. Cambridge University press, 1. ed., cap. 3, 1994.

HALLAL, P. C. SOS Brazil: science under attack. **The Lancet**, v. 397, n. 10272, p. 373-374, 2021.

HANSSON, S. O. Science and Pseudo-Science. *In*: ZALTA, E. N. (ed.) **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**, EUA: Center for the Study of Language and Information. 2021. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/pseudo-science/>. Acesso em: 18 jul. 2021.

HANSSON, S. O. Defining Pseudoscience and Science. *In*: PIGLIUCCI, M.; BOUDRY, M. **Philosophy of Pseudoscience: Reconsidering the Demarcation Problem**. EUA: University of Chicago Press. 2013. cap. 4, pp. 61-77.

HARRES, J. B. S.; WOLFFENBUTTEL, P. P.; DELORD, G. C. C. Um estudo exploratório internacional sobre o distanciamento entre a escola e a universidade no ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 2, p. 365-383, 2013.

HASELTON, M. G.; BRYANT, G. A.; WILKE, A.; FREDERICK, D. A.; GALPERIN, A.; FRANKENHUIS, W. E.; MOORE, T. Adaptive Rationality: An Evolutionary Perspective on Cognitive Bias. **Social Cognition**, v. 27, n. 5, p. 733-763, 2009.

HASELTON, M. G.; NETTLE, D.; ANDREWS, P. W. The evolution of cognitive bias. *In*: BUSS, D. M. (ed.), **The Handbook of Evolutionary Psychology**. NJ, US: John Wiley & Sons Inc, 2005. p. 724-746.

HAWS, K. L.; RECZEK, R. W.; SAMPLE, K. L. Healthy Diets Make Empty Wallets: The Healthy = Expensive Intuition. **Journal of Consumer Research**, v. 43, n. 6, p. 992-1007, 2017.

HIDALGO, M. R.; JÚNIOR, A. L. A epistemologia na formação inicial de professores de ciências/biologia: há elementos para ressignificações? **Interacções**, v. 15, n. 51, p. 106-130, 2019.

HODSON, D. Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 15, p. 2534-2553, 2014.

HOFFMAN, B. L. FELTER, E. M.; CHU, K. H.; SHENSA, A.; HERMANN, C.; WOLYNN, T.; WOLYNN, T.; WILLIAMS D.; PRIMACK, B. A. It's not all about autism: The emerging landscape of anti-vaccination sentiment on Facebook. **Vaccine**, v. 37, n. 16, p. 2216-2223, abr. 2019.

HÖTTECKE, D.; ALLCHIN, D. Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. **Science Education**, v. 104, n. 4, p. 641-666, 2020.

HUSSAIN, A.; ALI, S.; AHMED, M.; HUSSAIN, S. The Anti-vaccination Movement: A Regression in Modern Medicine. **Cureus**, v. 10, n. 7, p. e2919, jul. 2018.

- IRZIK, G.; NOLA, R. New Directions for Nature of Science Research. *In*: MATTHEWS, M. R. (org.). **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2014. p. 999-1021.
- JANSSEN, E. M.; MAINHARD, T.; BUISMAN, R. S. M.; VERKOEIJEN, P. P.; HEIJLTJES, A. E.; VAN PEPPEN, L. M.; VAN GOG, T. Training higher education teachers' critical thinking and attitudes towards teaching it. **Contemporary Educational Psychology**, v. 58, p. 310-322, 2019.
- JASTRZĘBSKI J.; CHUDERSKI A. Reasoning ability predicts irrational worldview but not conspiracy belief. *In*: GUNZELMANN, G.; HOWES, A.; TENBRINK, T.; DAVELAAR, E. (ed.), **39th Annual Conference of the Cognitive Science Society**. London, United Kingdom: Computational Foundations of Cognition, 2017. p. 2290-2295.
- JIRANA, M. A.; SUARSINI, E.; LUKIATI, B. Implementation of project based learning (PBL) model for Critical Thinking skills and creativity stimulation as a prospective biology teacher. **Systematic Reviews in Pharmacy**, v. 11, n. 6, p. 1290-1301, 2020.
- JÚNIOR, F. R. L.; CAPORAL, L. Reflexão Crítica sobre a Ciência e sua Cientificidade. **Investigación Cualitativa**, v. 2, n. 1, p. 80-94, 2016.
- KAHAN, D. M.; PETERS, E.; WITTLIN, M.; SLOVIC, P.; OUELLETTE, L. L.; BRAMAN, D.; MANDEL, G. The polarizing impact of science literacy and numeracy on perceived climate change risks. **Nature Climate Change**, v. 2, n. 10, p. 732-735, 2012.
- KAHNEMAN, D. **Rápido e Devagar: Duas Formas de Pensar**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2011.
- KAPTCHUK, T. J. Placebo Effects in Acupuncture. **Medical Acupuncture**, v. 32, n. 6, p. 352-356, 2020.
- KAY, A.; GAUCHER, D.; NAPIER, J.; CALLAN, M.; LAURIN, K. God and the government: Testing a compensatory control mechanism for the support of external systems. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 95, n. 1, p. 18-35, 2008.
- KAY, A.; MOSCOVITCH, D.; LAURIN, K. Randomness, attributions of arousal, and belief in God. **Psychological Science**, v. 21, n. 2, p. 216-218, 2010.
- KHISHFE, R. Explicit Instruction and Student Learning of Argumentation and Nature of Science. **Journal of Science Teacher Education**, v. 32, n. 3, p. 325-349, 2021.
- KILINC, A.; DEMIRAL, U.; KARTAL, T. Resistance to dialogic discourse in SSI teaching: The effects of an argumentation-based workshop, teaching practicum, and induction on a pre-service science teacher. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 54, n. 6, p. 764-789, 2017.

KNIGHT, E.; TSOUKAS, H. When Fiction Trumps Truth: What "post-truth" and "alternative facts" mean for management studies. **Organization Studies**, v. 40, n. 2, p. 183-197, fev. 2019.

KORTELING, E.; BROUWER, A. M.; TOET, A. A Neural Network Framework for Cognitive Bias. **Frontiers in Psychology**, v. 9, n. 1561, p. 1-12, set. 2018.

KOVICH, F. A New Definition of an Acupuncture Meridian. **Journal of Acupuncture and Meridian Studies**, v. 12, n. 1, p. 37-41, 2019.

KRUPCZAK, C.; AIRES, J. A. Natureza da ciência: o que os pesquisadores brasileiros discutem? **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 32, p. 19, dez. 2018.

KU, K. Y. L.; KONG, Q.; SONG, Y.; DENG, L.; KANG, Y.; HU, A. What predicts adolescents' critical thinking about real-life news? The roles of social media news consumption and news media literacy. **Thinking Skills and Creativity**, v. 33, p. 1-12, maio 2019.

KUBRICHT, J. R.; HOLYOAK, K. J.; LU, H. Intuitive Physics: Current Research and Controversies. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 21, n. 10, p. 749-759, 2017.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2013.

KÜSTER, J.; RIBEIRO, M. E. M.; ROBAINA, J. V. L. Saberes populares e concepções escolares. **Brazilian Journal of Education, Technology and Society**, v. 12, n. 2, p. 220-226, 2019.

LACERDA, G. B. Augusto Comte e o "Positivismo" redescobertos. **Revista de Sociologia e Política**, v. 17, n. 34, p. 319-343, 2009.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p.159-174, 1977.

LANDRUM, A. R.; OLSHANSKY, A.; RICHARDS, O. Differential susceptibility to misleading flat earth arguments on youtube. **Media Psychology**, v. 24, n. 1, p. 136-165, 2021.

LANGEVIN, H. M.; WAYNE, P. M. What is the point? The problem with acupuncture research that no one wants to talk about. **The Journal of Alternative and Complementary Medicine**, v. 24, n. 3, p. 200-207, 2018.

LEFRANÇOIS, G. R. **Teorias das Aprendizagem: o que o professor disse**. São Paulo: Cengage Learning, 2018.

LEDERMAN, N. G.; LEDERMAN, J. S. Teaching and learning nature of scientific knowledge: Is it Déjà vu all over again? **Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research**, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2019.

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. **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology**, v. 1, n. 3, p. 138-147, Jul. 2013.

LEGARE, C. H.; SOUZA, A. L. Searching for Control: Priming Randomness Increases the Evaluation of Ritual Efficacy. **Cognitive Science**, v. 38, n. 1, p. 152-161, 2014.

LI, B.; FORBES, T. L.; BYRNE, J. Integrative medicine or infiltrative pseudoscience? **The Surgeon**, v. 16, n. 5, p. 271-277, 2018.

LIEDER, F.; GRIFFITHS, T. L.; HUYS, Q. J. M.; GOODMAN, N. D. The anchoring bias reflects rational use of cognitive resources. **Psychonomic Bulletin & Review**, v. 25, n. 1, p. 322-349, 2018.

LEWIS, C. A.; SHEVLIN, M.; MCGUCKIN, C.; NAVRÁTIL, M. The Santa Clara strength of religious faith questionnaire: Confirmatory factor analysis. **Pastoral Psychology**, v. 49, n. 5, p. 379-384, 2001.

LIMA, M. A. M.; MARINELLI, M. A epistemologia de Gaston Bachelard: uma ruptura com as filosofias do imobilismo. **Revista de Ciências Humanas**, v. 45, n. 2, p. 393-406, out. 2011.

LIMA, N. W. VAZATA, P. A. V.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. GUERRA, A. Educação em Ciências nos Tempos de Pós-Verdade: Reflexões Metafísicas a partir dos Estudos das Ciências de Bruno Latour. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, p. 155-189, maio 2019.

LOBERA, J.; ROGERO-GARCÍA, J. Scientific appearance and homeopathy. Determinants of trust in complementary and alternative medicine. **Health Communication**, v. 36, n. 10, p. 1278-1285, 2021.

LOPES, M. F. From denial to hope: Brazil deals with a prolonged COVID-19 epidemic course. **Nature Immunology**, v. 22, n. 3, p. 256-257, 2021.

LOPES, J.; SILVA, H.; MORAIS, E. Teste do Pensamento Crítico e Criativo para estudantes do ensino superior. **Revista Lusófona de Educação**, v. 44, n. 44, p. 173-189, 2019.

MACIEL, R. M. F.; ANIC, C. C. O biólogo professor e o professor de Biologia: reflexões de licenciandos acerca da profissão e da formação docente. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, v. 5, n. 12, p. 69-88, dez. 2019.

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

MAHNER, M. Science and pseudoscience: How to demarcate after the (alleged) demise of the demarcation problem. *In*: PIGLIUCCI, M.; BOUDRY, M. **Philosophy of Pseudoscience:**

Reconsidering the Demarcation Problem. EUA: University of Chicago Press. 2013. pp. 29-43.

MARALDI, E. D. O.; MARTINS, L. B. Contribuições da Psicologia Evolucionista e das Neurociências para a compreensão das crenças e experiências religiosas. **REVER - Revista de Estudos da Religião**, v. 17, n. 1, p. 40-69, maio 2017.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2018.

MARQUES, J. C. Pensamento de grupo: o risco de decisões equivocadas e a diversidade de perspectivas na solução de problemas. **Psicologia Argumento**, v. 27, n. 57, p. 141-149, abr./jun. 2009.

MARTINS, L. B. Extremistas religiosos, terraplanistas, alienígenas e além: a dinâmica da espiral ascendente de complexidade na formação de crenças e experiências contraintuitivas. **Revista de Estudos e Pesquisa da Religião**. v. 21, n. 2, p. 129-144, 2018.

MASON, L.; ZACCOLETTI, S. Inhibition and Conceptual Learning in Science: a Review of Studies. **Educational Psychology Review**, v. 33, n. 1, p. 181-212, 2021.

MASSARANI, L.; MENDES, I. M.; FAGUNDES, V.; POLINO, C.; CASTELFRANCHI, Y.; MAAKAROUN, B. Confiança, atitudes, informação: um estudo sobre a percepção da pandemia de COVID-19 em 12 cidades brasileiras. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, n. 8, p. 3265-3276, 2021.

MATHIE, R. T.; RAMPARSAD, N.; LEGG, L. A.; CLAUSEN, J.; MOSS, S.; DAVIDSON, J. R. T.; MESSOW, C. M.; MCCONNACHIE, A. Randomised, double-blind, placebo-controlled trials of non-individualised homeopathic treatment: systematic review and meta-analysis. **Systematic Reviews**, v. 6, n. 63, p. 1-28, 2017.

MATUTE, H.; YARRITU, I.; VADILLO, M. A. Illusions of causality at the heart of pseudoscience: Illusions of causality in pseudoscience. **British Journal of Psychology**, v. 102, n. 3, p. 392-405, 2011.

MAXIMILLA, N. R.; SCHWANTES, L. Polêmicas contemporâneas sobre o método científico: uma revisão sistemática da literatura. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 15, n. 33, p. 75-87, 2019.

MEMIŞ, E. K.; AKKAŞ, B. N. Ç. Developing critical thinking skills in the thinking-discussion-writing cycle: the argumentation-based inquiry approach. **Asia Pacific Education Review**, v. 21, n. 3, p. 441-453, 2020.

MIGUEL, F. K.; CARVALHO, L. DE F. Relações entre traços de personalidade mensurados por testes psicológicos e signos astrológicos. **Psico-USF**, v. 19, n. 3, p. 533-545, dez. 2014.
MIZUTA, A. H.; SUCCI, G. M.; MONTALLI, V. A. M.; SUCCI, R. C. M. Percepções acerca da importância das vacinas e da recusa vacinal numa escola de medicina. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 37, n. 1, p. 34-40, ago. 2018.

MLODINOW, L. **Subliminar: como o inconsciente influencia nossas vidas**. Rio de Janeiro: Zahar, 2014.

MONTEIRO, S.; SHERBINO, J.; SIBBALD, M.; NORMAN, G. Critical thinking, biases and dual processing: The enduring myth of generalisable skills. **Medical Education**, v. 54, n. 1, p. 66-73, 2020.

MOORE, Rick. Fast or Slow: Sociological Implications of Measuring Dual-Process Cognition. **Sociological Science**, v. 4, p. 196-223, 2017.

MOREIRA, B. R.; ANTUNES, E. P.; HERREIRA, L. H. Concepção de Alunos da Pós-Graduação sobre Aspectos da Natureza da Ciência: a Ciência é Imutável ou é Influenciada por Agentes Externos? **Revista Iuminart**, n. 16, p. 41-47, dez. 2018.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

MOURA, M. D.; SANTOS, R. P. Detectando misticismo quântico em livros publicados no Brasil com Ciência de Dados. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, p. 725-744, 2017.

MULNIX, J. W. Thinking Critically about Critical Thinking. **Educational Philosophy and Theory**, v. 44, n. 5, p. 464-479, 2012.

MUSIAL, F. Acupuncture for the Treatment of Pain – A Mega-Placebo? **Frontiers in Neuroscience**, v. 13, p. 1110, out. 2019.

MUSSATO, G. A.; CATELLI, F. Concepções epistemológicas de reportagens sobre ciência na mídia impressa brasileira e suas implicações no âmbito educacional. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 1, p. 35-59, mar. 2015.

NASCIMENTO, R. M. L. L.; MÓL, G. S. A formação de professores de ciências: uma análise da sua atuação frente aos desafios e inovações do mundo moderno. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 15834-15845, 2020.

NADEAK, B.; NAIBAH, L. The effectiveness of problem-based learning on students' Critical Thinking. **Jurnal Dinamika Pendidikan**, v. 13, n. 1, p. 1-7, 2020.

NAPPI, J. S. The importance of questioning in developing Critical Thinking skills. **The Delta Kappa Gamma Bulletin: International Journal for Professional Educators**, v. 84, n. 1, p. 30-41, 2017.

NEUBERG, S. L.; SCHALLER, M. An evolutionary threat-management approach to prejudices. **Current Opinion in Psychology**, v. 7, p. 1-5, 2016.

NEYS, W. D.; PENNYCOOK, G. Logic, Fast and Slow: Advances in Dual-Process Theorizing. **Current Directions in Psychological Science**, v. 28, n. 5, p. 503-509, 2019.

NOUVEL, P. **Filosofia das Ciências**. 1. ed. São Paulo: Editora Papirus, 2013.

OBERT, J.; PEARLMAN, M.; OBERT, L.; CHAPIN, S. Popular weight loss strategies: a review of four weight loss techniques. **Current Gastroenterology Reports**, v. 19, n. 12, p. 61, 2017.

ORGANIZAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E COOPERATIVO (OECD). **PISA 2018 Results (Volume I): What students know and can do**. Paris: OECD Publishing, 2019.

OLIVEIRA, I. A. de. **Epistemologia e Educação: bases conceituais e racionalidades científicas e históricas**. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2016.

OLIVEIRA, R. G.; CUNHA, A. P. da; GADELHA, A. G. dos S.; CARPIO, C. G.; OLIVEIRA, R. B. de.; CORRÊA, R. M. Desigualdades raciais e a morte como horizonte: considerações sobre a COVID-19 e o racismo estrutural. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 9, p. 1-14, 2020.

OLIVEIRA, T. Desinformação científica em tempos de crise epistêmica: circulação de teorias da conspiração nas plataformas de mídias sociais. **Fronteiras - estudos midiáticos**, v. 22, n. 1, p. 21-35, 2020.

OLIVEIRA, T.; MARTINS, R. Q. R.; TOTH, J. P. Antivacina, fosfoetanolamina e Mineral Miracle Solution (MMS): mapeamento de fake sciences ligadas à saúde no Facebook. **Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde**, v. 14, n. 1, p. 90-111, jan./mar. 2020.

ORSI, C. Vacinas, evolução, transgênicos: pesquisa revela crenças dos brasileiros. **Revista Questão de Ciência**, São Paulo, maio de 2019. Disponível em: <https://www.revistaquestaoodeciencia.com.br/index.php/questao-de-fato/2019/05/13/vacinas-evolucao-transgenicos-pesquisa-revela-crencas-dos-brasileiros>. Acesso em: 9 maio 2020.

OSTERMANN, F. A epistemologia de Kuhn. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 13, n. 3, p. 184-196, dez. 1996.

OXMAN, A. D. *et al.* Key concepts for making informed choices. **Nature**, v. 572, p. 303-306, aug. 2019.

PASSOS, F. T.; FILHO, L. M. M. Movimento antivacina: revisão narrativa da literatura sobre fatores de adesão e não adesão à vacinação. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 3, n. 6, p. 170-181, 2020.

PENNYCOOK, G.; MCPHETRES, J.; ZHANG, Y.; LU, J. G.; RAND, D. G. Fighting COVID-19 Misinformation on Social Media: Experimental Evidence for a Scalable Accuracy-Nudge Intervention. **Psychological Science**, v. 31, n. 7, p. 770-780, 2020.

PETTERSSON, H. De-idealising the educational ideal of critical thinking. **Theory and Research in Education**, v. 18, n. 3, p. 322-338, 2020.

PILATI, R. **Ciência e Pseudociência: por que acreditamos naquilo que queremos acreditar**. São Paulo: Editora Contexto, 2018.

POHL, J. Intuition: Role, biases, cognitive basis, and a hypothetical synergistic explanation of intuitive brain operations. **InterSymp**, p. 1-18, jul. 2017.

POPPER, K. **A Lógica da Pesquisa Científica**. São Paulo: Cultrix, 2013.

PROTHERO, D. The Holocaust Denier's Playbook and the Tobacco Smokescreen - Common Threads in the Thinking and Tactics of Denialists and Pseudoscientists. *In*: PIGLIUCCI, M.; BOUDRY, M. **Philosophy of Pseudoscience: Reconsidering the Demarcation Problem**. EUA: University of Chicago Press, 2013, pp. 341-358.

RAVEENDRAN, A.; SRIVASTAVA, H. Building consensus views or interrogating metanarratives? Musings on teaching the nature of science. **Cultural Studies of Science Education**, v. 14, n. 3, p. 569-575, 2019.

REZENDE, A. T.; SILVA, F. M. S. M.; RIBEIRO, Maria G. C.; LOURETO, G. D. L.; SILVA, O. F. D.; GOUVEIA, V. V. Teorias da conspiração: significados em contexto brasileiro. **Estudos de Psicologia (Campinas)**, v. 36, p. 1-12, 2019.

RIBEIRO, G.; SILVA, J. L. J. C. A imagem do cientista: impacto de uma intervenção pedagógica focalizada na história da ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, p. 130-158, ago. 2018.

RIBEIRO, J. A. K.; ZANATTA, S. C.; NAGASHIMA, L. A. A importância de Karl Popper para o Ensino e Aprendizagem de Ciências. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 8, n. 1, p. 37-50, jan./abr. 2018.

RICARD, J.; MEDEIROS, J. Using misinformation as a political weapon: Covid-19 and Bolsonaro in Brazil. **Harvard Kennedy School Misinformation Review**, v.1, n. 2, p. 1-8, 2020.

RISTANTO, R. H.; DJAMAHAR, R.; HERYANTI, E.; ICHSAN, I. Z. Enhancing Students' Biology-Critical Thinking Skill through CIRC-Based Scientific Approach (Cirsas). **Universal Journal of Educational Research**, v. 8, n. 4A, p. 1-8, 2020.

RODRIGUES, A. V.; MÜLLER, T. J. LAHM, R. A. FILHO, J. B. R. Concepções sobre ciência e fazer científico de estudantes de um curso normal e possíveis implicações nas atitudes futuras desses professores. **Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 2, p. 65-92, nov. 2019.

RODRIGUES, P. R. G. Interações entre desconfiança interpessoal e desigualdade econômica no Brasil. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 13, n. 3, p. 185-199, 2017.

ROGERS, P.; FISK, J. E.; LOWRIE, E. Paranormal believers' susceptibility to confirmatory versus disconfirmatory conjunctions: Paranormal belief & confirmatory conjunctions. **Applied Cognitive Psychology**, v. 30, n. 4, p. 628-634, 2016.

ROGERS, P.; FISK, J. E.; LOWRIE, E. Paranormal belief, thinking style preference and susceptibility to confirmatory conjunction errors. **Consciousness and Cognition**, v. 65, p. 182–196, out. 2018.

ROMERO-MALTRANA, D.; BENITEZ, F.; VERA, F.; Rivera, R. The 'Nature of Science' and the Perils of Epistemic Relativism. **Research in Science Education**, v. 49, n. 6, p. 1735–1757, 2019.

ROMERO-MALTRANA, D.; DUARTE, S. A New Way to Explore the Nature of Science: Meta-categories Rather Than Lists. **Research in Science Education**, jun. 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s11165-020-09940-y>. Acesso em: 21 jul. 2021.

SAGAN, C. **O Mundo Assombrado pelos Demônios: a ciência vista como uma vela no escuro**. São Paulo: Companhia das Letras, 2006.

SANTOS, B. S. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a ecologia dos saberes. *In*: SANTOS, B. S.; MENESES, M. P. (org.) **Epistemologias do Sul**. São Paulo: Editora Cortez. 2010.

SANTOS, B. S.; ARAÚJO, S.; BAUMGARTEN, M. As Epistemologias do Sul num mundo fora do mapa. **Sociologias**, v. 18, n. 43, p. 14-23, 2016.

SANTOS-PINTO, C. D. B.; MIRANDA, E. S.; OSORIO-DE-CASTRO, C. G. S. O “kit-covid” e o Programa Farmácia Popular do Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, n. 2, p. 1-5, 2021.

SARRAF, J. S.; CÂMARA, T. F.; PUTY, T. C.; CARVALHO, L. E. W. Uso Inadvertido da Fosfoetanolamina Sintética no Brasil: Por que se preocupar? **Revista Brasileira de Cancerologia**, v. 62, n. 1, p. 47-50, 2016.

SASSERON, L. H. Sobre ensinar ciências, investigação e nosso papel na sociedade. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 25, n. 3, p. 563–567, 2019.

SAX, W.; QUACK, J.; WEINHOLD, J. **The problem of ritual efficacy**. New York: Oxford University Press, 2009.

SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018.

SCHALL, B.; FERNANDES, V.; CASTELFRANCHI, Y. “Não estou aqui para discutir aspectos religiosos”: a defesa do criacionismo com argumentos tecnocientíficos. **Religião & Sociedade**, v. 39, n. 3, p. 197-220, 2019.

SCHIELE, A. Pseudoscience as media effect. **Journal of Science Communication**, v. 19, n. 02, p. 1-11, 2020.

SILVA, H. R. Apontamentos sobre a organização do criacionismo e do *intelligent design* nos EUA e no Brasil. **Revista HISTEDBR On-line**, v. 20, p. 1-21, 2020.

SILVA, R. S. A Relevância da Epistemologia para o Pensamento Crítico. **Revista Lusófona de Educação**, n. 32, p. 17-29, 2016.

SILVERMAN, H. Homeopathy: Pseudo-science or effective treatment? **The Meducator**, v. 1, n. 37, p. 20-21, mar. 2021. Disponível em: <https://journals.mcmaster.ca/meducator/article/view/2504>. Acesso em: 20 ago. 2021.

SILVINO, A. M. D. Epistemologia positivista: qual a sua influência hoje? **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 27, n. 2, p. 276-289, jun. 2007.

SINATRA, G. M.; LOMBARDI, D. Evaluating sources of scientific evidence and claims in the post-truth era may require reappraising plausibility judgments. **Educational Psychologist**, p. 1-12, 26 mar. 2020.

SIQUEIRA, V. F.; GOI, M. E. J. Formação de Professores: resolução de problema no ensino de Ciências da Natureza. **Revista Conexão UEPG**, v. 16, n. 1, p. 1-14, 2020.

SNICER, F.; BORILLE, J. M. Análise da compreensão dos acadêmicos de Ciências Biológicas sobre o tema: ciência, tecnologia e sociedade. **Ensino & Pesquisa**, v. 15, n. 3, p. 191-206, 2017.

SOLBES, J.; PALOMAR, R.; DOMÍNGUEZ, M. C. To what extent do pseudosciences affect teachers? **Mètode Science Studies Journal**, v. 8, p. 188-195, 2018. Disponível em: <https://ojs.uv.es/index.php/Metode/article/view/9943/11885>. Acesso em: 20 ago. 2021.

SOLOMON, M. Trust: The Need for Public Understanding of How Science Works. **Hastings Center Report**, v. 51, p. S36-S39, 2021.

SOUSA, G. O.; SALES, B. N.; RODRIGUES, A. M. X.; ROCHA, G. M. M.; OLIVEIRA, G. A. L. Evolução epidemiológica da COVID-19 no Brasil e no mundo. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. 1-13, 2020.

SOUSA, J. As sete teses equivocadas sobre o conhecimento científico: reflexões epistemológicas. **Ciência & Cognição**, v. 8, p. 143-152. Ago. 2006.

SOUZA, L. O.; CEDRO, P. E. P.; MORBECK, L. L. B. Relevância da pesquisa científica para a formação de professores de biologia e a prática docente. **ID on line REVISTA DE PSICOLOGIA**, v. 13, n. 45, p. 318-330, 2019.

SOSU, E. M. The development and psychometric validation of a Critical Thinking Disposition Scale. **Thinking Skills and Creativity**, v. 9, p. 107-119, 2013.

STEIN, S. I. A. Empirismo e a ontologia das Ciências Naturais. **Filosofia Unisinos**, v. 8, n. 2, p. 128-137, maio/ago. 2007.

STURGIS, P.; BRUNTON-SMITH, I.; JACKSON, J. Trust in science, social consensus and vaccine confidence. **Nature Human Behaviour**, v. 5, p. 1528–1534, may 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41562-021-01115-7>. Acesso em: 20 jul. 2021.

SUPRAPTO, N. Do we experience misconceptions? an ontological review of misconceptions in science. **Studies in Philosophy of Science and Education**, v. 1, n. 2, p. 50-55, 2020.

TASCHNER, N. P.; ORSI, C.; ALMEIDA, P.; PILATI, R. The impact of personal pseudoscientific beliefs in the pursuit for non-evidence-based health care. **Journal of Evidence-Based Healthcare**, v. 3, p. 1-9, 2021.

TANWAR, S. Nature of Science: The evolutionary, hierarchical, and debatable. **Resonance**, v. 25, n. 12, p. 1763-1776, 2020.

THAGARD, P. R. Why Astrology is a Pseudoscience. **PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association**, USA, n. 1, p. 223-234, jan. 1978.

THOMPSON, C. Critical Thinking across the curriculum: process over output. **International Journal of Humanities and Social Science**, v. 1, n. 9, p. 1-7, 2011.

TORRES, M. N.; BARBERIA, I.; RODRÍGUEZ-FERREIRO, J. Causal illusion as a cognitive basis of pseudoscientific beliefs. **British Journal of Psychology**, v. 111, n. 4, p. 840-852, 2020.

TENREIRO-VIEIRA, C. Formação em pensamento crítico de professores de ciências: impacte nas práticas de sala de aula e no nível de pensamento crítico dos alunos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 3, n. 3, p. 228-256, 2004.

THEOCHAROUS, G.; HEALEY, J.; MAHADEVAN, S.; SAAD, M. Personalizing with human cognitive biases. **27th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization - UMAP'19**, p. 13-17, jun. 2019.

ULLAH, W.; AHMAD, A.; MUKHTAR, M.; VIRK, H. U. H.; SARWAR, U.; FIGUEREDO, V. Acupuncture-related cardiac complications: a systematic review. **The Journal of Invasive Cardiology**, v. 31, n. 4, p. E69-E72, 2019.

VAN ELK, M. The self-attribution bias and paranormal beliefs. **Consciousness and Cognition**, v. 49, p. 313-321, mar. 2017.

VANZELA, C.; BITENCOURT, R. M. de. Homeopatia: terapia alternativa ou efeito placebo? **Unoesc & Ciência**, v. 8, n. 1, p. 59-66. 2017.

VAUGHN, A. R.; BROWN, R. D.; JOHNSON, M. L. Understanding Conceptual Change and Science Learning through Educational Neuroscience. **Mind, Brain, and Education**, v. 14, n. 2, p. 82-93, 2020.

- VÁZQUEZ-ALONSO, Á.; MANASSERO-MAS, M. A.; ACEVEDO-DÍAZ, J. A.; ACEVEDO-ROMERO, P. Consensos sobre a natureza da ciência: a ciência e a tecnologia na sociedade. **Química Nova na Escola**, n. 27, p. 34-50, 2008.
- VEIGA, E.; COSTA, H. G.; CARDOSO, E.; JÁCOMO, A. A perspectiva dos alunos sobre um projeto de desenvolvimento do pensamento crítico no ensino superior. **Revista Lusófona de Educação**, v. 32, n. 32, p. 109-121, 2016.
- VIEIRA, R. M.; TENREIRO-VIEIRA, C. Investigação sobre pensamento crítico na educação: contributos para a didática das ciências. In: VIEIRA, R. M.; TENREIRO-VIEIRA, C.; SÁ-CHAVES, I.; MACHADO, C. (org.), **Pensamento Crítico na Educação: Perspectivas atuais no panorama internacional**. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2014. p. 41-56.
- VIEIRA, R. M.; TENREIRO-VIEIRA, C.; MARTINS, I. P. Critical thinking: Conceptual clarification and its importance in science education. **Science Education International**, v. 22, n. 1, p. 43-54, 2011.
- VOAS, D. Ten million marriages: A test of astrological love signs. University of Manchester. UK, p. 1-20, 2007. Disponível em: <http://abre.ai/aFiC>. Acesso em: 01 jan. 2020.
- WAGNER-EGGER, P.; DELOUVÉE, S.; GAUVRIT, N.; DIEGUEZ, S. Creationism and conspiracism share a common teleological bias. **Current Biology**, v. 28, n. 16, p. 867-868, 2018.
- WEISBERG, D. S.; LANDRUM, A. R.; HAMILTON, J.; WEISBERG, M. Knowledge about the nature of science increases public acceptance of science regardless of identity factors. **Public Understanding of Science**, v. 30, n. 2, p. 120-138, 2021.
- WIDAYOKO, A.; FEMILIA, P. S.; LESMONO, A. D.; SUDJATMI, H. PRASTIWI, V. D.; MUNFARIKHA, N. Description of Students' Scientific Literacy Competencies on the Scientific Issue of Flat Earth Theory. **Anatolian Journal of Education**, v. 4, n. 2, p. 31-38, 2019.
- WILLS, J. B.; BREWSTER, Z. W.; NOWAK, G. R. Students' Religiosity and Perceptions of Professor Bias: Some Empirical Lessons for Sociologists. **The American Sociologist**, v. 50, n. 1, p. 136-153, 2019.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **COVID-19 Dashboard**. Geneva: World Health Organization, 2020. Disponível em: <https://covid19.who.int/>. Acesso em: 20 jul. 2021.
- WRIGHT, L. J.; AFARI, N.; ZAUTRA, A. The illness uncertainty concept: A review. **Current Pain and Headache Reports**, v. 13, n. 2, p. 133-138, 2009.
- XAVIER, P. M. A.; FLÔR, C. C. C. Saberes populares e educação científica: um olhar a partir da literatura na área de ensino de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, n. 2 p. 308-328, 2015.
- YACOUBIAN, H. A. Students' views of nature of science: A long-term study. **Science & Education**, v. 30, n. 2, p. 381-408, 2021.

ANEXO A – Ementa da disciplina Fundamentos de Pesquisa

| FUNDAMENTOS DE PESQUISA | | | |
|--|-----------------|----------------------|-----------------------|
| SIGLA | CRÉDITOS | CARGA HORÁRIA | PRÉ-REQUISITOS |
| IBB076 | 2.2.0 | 30 | - |
| EMENTA | | | |
| <p>Filosofia da ciência e método científico. Definições e conceito de Ciência. Introdução à epistemologia. O contexto histórico, social e psicológico na evolução do pensamento científico. O raciocínio lógico e o método científico para a elaboração da pergunta, hipótese e previsão em ciências biológicas. Pesquisa bibliográfica: bases de dados e critérios de seleção, organização e leitura. Introdução à elaboração de projetos de pesquisa.</p> | | | |
| OBJETIVO | | | |
| <p>Tornar o aluno apto a: Conhecer a evolução do pensamento científico; entender como aplicar a lógica filosófica em ciência; Reconhecer os fundamentos do processo científico; entender os fundamentos da elaboração de um projeto de pesquisa.</p> | | | |
| BIBLIOGRAFIA | | | |
| <p><u>Básica</u></p> <p>BUCKINGHAM, W.; BURNHAM, D.; HILL, C.; KING, P. J.; MARENBON, J.; WEEKS, M. O livro da filosofia. São Paulo: Editora Globo, 2011.</p> <p>CHALMERS, A. F. O que é Ciência Afinal? São Paulo: Brasiliense, 1997</p> <p>MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. 7a ed. São Paulo: Atlas, 2010.</p> <p>MAYR, E. O Desenvolvimento do Pensamento Biológico: Diversidade, Evolução e Herança. Brasília: Editora da UnB, 1998.</p> <p>VOLPATO, G. Ciência, da filosofia à publicação. 5a ed. Botucatu: Best Writing, 2007.</p> <p><u>Complementar</u></p> <p>GOTELLI, N.; ELLISON, A. Princípios de estatística em ecologia. Porto Alegre: Artmed; 2011.</p> <p>HORGAN, J. O Fim da Ciência: Uma Discussão sobre os Limites do Conhecimento Científico. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.</p> <p>SILVA, C. C. Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no</p> | | | |

ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006

VOLPATO, G. **Bases teóricas para redação científica.** São Paulo: Cultura Acadêmica Editora, 2007.

VOLPATO, G. **Dicas para redação científica.** 3a ed. São Paulo: Cultura Acadêmica Editora, 2010.

APÊNDICE A – Questionário Geral

Olá! A presente pesquisa faz parte da dissertação de Daniel V. Lima de Souza, aluno de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da UFAM. Com esse questionário, pretendo obter informações sobre o que os graduandos do Curso de Ciências Biológicas pensam a respeito do conhecimento científico e quais são algumas de suas crenças pessoais. Sua colaboração será de grande ajuda para desenvolvimento da ciência. Lembramos que seu anonimato está totalmente assegurado.

Responda as questões das 7 seções de acordo com sua opinião. O tempo total para responder varia entre 10 e 15 minutos.

- 1 Nome
- 2 Para meu curso, escolhi:
 - a Bacharelado
 - b Licenciatura
- 3 Em que ano você começou o curso?
- 4 Em qual período letivo você está?
- 5 Sobre a disciplina Fundamentos de Pesquisa
 - a Ainda não cursei
 - b Estou cursando
 - c Já cursei

ESCALA DE CRENÇAS PSEUDOCIENTÍFICAS

| Afirmção pseudocientífica | Pseudociência relacionada |
|--|----------------------------------|
| 1) A mecânica quântica tem grandes implicações na explicação da consciência e/ou no tratamento de doenças. | Misticismo quântico |
| 2) É fato que os desejos se tornam realidade conforme são continuamente mentalizados ou solicitados ao universo. | Lei da Atração |
| 3) Ainda que a evolução seja um fato, existem questões biológicas que requerem uma intervenção divina e | Design Inteligente/Criacionismo |

| | |
|--|---|
| inteligente para serem explicadas. | |
| 4) Foi cientificamente comprovado que algumas pessoas têm habilidades extra-sensoriais (como telepatia ou premonição). | Habilidades extra-sensoriais |
| 5) Por razões biológicas bem demonstradas, emoções negativas e traumas não resolvidos aumentam a probabilidade de se ter câncer. | Concepções baseadas em falsas correlações |
| 6) Não há evidências conclusivas de que a mudança climática seja real ou que a atividade humana seja sua causa. | Negação da Mudança Climática |
| 7) O uso de células-tronco e/ou DNA melhora a eficácia dos cremes faciais. | Concepções baseadas em falsas correlações |
| 8) Dietas e produtos detox são eficazes na eliminação de substâncias tóxicas do organismo. | Concepções baseadas em falsas correlações |
| 9) Por meio da inserção superficial de agulhas em partes específicas do corpo, pode-se tratar problemas relacionados a dor. | Acupuntura |
| 10) Os remédios homeopáticos são eficazes como complementos no tratamento de algumas doenças. | Homeopatia |
| 11) O vírus causador da pandemia de COVID-19 foi criado em laboratórios chineses. | Teoria da Conspiração |
| 12) Estrelas e planetas podem influenciar na personalidade das pessoas. | Astrologia |

ESCALA DE FORÇA DA FÉ RELIGIOSA

Para as questões abaixo, considera “fé” como sua crença pessoal em alguma religião, Deus/deuses ou entidades/forças espirituais.

- 1 Minha fé é extremamente importante para mim
- 2 Eu vejo minha fé como uma fonte de inspiração
- 3 Minha fé é uma parte importante de quem eu sou como pessoa
- 4 Eu vejo minha fé como uma fonte de conforto
- 5 Minha fé impacta muitas das minhas decisões
- 6 Quando a ciência e minha fé discordam, eu:
 - a Na maioria das vezes confio na minha fé.
 - b Na maioria das vezes confio na ciência.

ESCALA DE POSITIVISMO INGÊNUO

| Questões | Categorias de premissas da NdC |
|---|---|
| 1) Cientistas tem sempre observações iguais para o mesmo experimento, porque através da formação científica, os cientistas podem abandonar os valores pessoais para realizar observações objetivas. | Baseada na Questão 8C Aspecto da NdC: Natureza da Observação/Subjetividade e Objetividade |
| 2) A maioria dos cientistas segue o método científico universal, passo-a-passo, para fazer suas pesquisas (isto é, estabelecem hipótese, concebem um experimento, coletam os dados e tiram as conclusões). Isso ocorre em razão do método científico, por ser universal, assegura resultados válidos, claros, lógicos e precisos. | Baseada na Questão 9A Aspecto da NdC: Métodos Científicos/Subjetividade e Objetividade |
| 3) Se uma teoria (como a teoria da evolução) resistir a muitos testes, eventualmente se tornará uma lei (como a lei da gravidade), portanto, uma lei possui mais suporte de evidências. | Baseada na Questão 7B Aspecto da NdC: Teorias e Leis |
| 4) Quando os cientistas estão conduzindo uma | Baseada na Questão 3C |

| | |
|--|---|
| investigação científica, eles não usam a imaginação, já que essa não é coerente com os princípios lógicos da ciência. | Aspectos da NdC: Uso da imaginação |
| 5) A imaginação não é confiável, pois pode ser usada para um cientista provar seu ponto de vista a todo custo. | Baseada na Questão 3D Aspectos da NdC: Uso da imaginação |
| 6) Alunos de ciência não devem aprender que a ciência é mutável, pois isso diminuirá a aceitação das ciências. | Baseada na Questão 12 Aspectos da NdC: Tentativa do conhecimento científico |
| 7) Não existe um método científico único. Os cientistas usam vários métodos para obter resultados*. | Baseada na Questão 9D Aspectos da NdC: Métodos Científicos/Subjetividade e objetividade |
| 8) Não existe um método científico fixo, o conhecimento científico pode ser descoberto acidentalmente, por exemplo*. | Baseada na Questão 9E Aspectos da NdC: Métodos Científicos/Subjetividade e objetividade |
| 9) Cientistas podem ter observações diferentes para o mesmo experimento, porque cada um tem suas próprias crenças (valores e experiências pessoais) que levam a diferentes expectativas, influenciando na observação*. | Baseada na Questão 8A Aspecto da NdC: Natureza da Observação/Subjetividade e Objetividade |
| 10) Os cientistas usam a sua imaginação, as vezes mais, as vezes menos, na investigação científica*. | Baseada na Questão 3B Aspectos da NdC: Uso da imaginação |
| 11) Quando há duas teorias para explicar o mesmo fenômeno, aquela que tiver maior aceitação na academia (universidades e institutos) possui maior possibilidade de aceitação pelos cientistas*. | Baseada na Questão 1E Aspecto da NdC: Validação do conhecimento |

| | Científico/Subjetividade e Objetividade |
|---|---|
| 12) Investigações científicas não são influenciadas por valores socioculturais (tendências atuais da sociedade) por esses serem subjetivos e a ciência se basear em objetividade. | Baseada na Questão 2D Aspecto da NdC: Subjetividade e Objetividade |

*Questões cujo a discordância total ou parcial indica positivismo ingênuo

ESCALA DE DISPOSIÇÃO AO PENSAMENTO CRÍTICO (Sosu, 2013)

Para responder essas questões, imagine que você está em uma discussão que envolve suas opiniões sobre a política brasileira, racismo, origem da vida, *fake news* ou qualquer temática que considere muito relevante.

Abertura Crítica

- 1 Normalmente tento pensar sobre o contexto geral durante uma discussão, ou seja, busco analisar causas, consequências e fatores envolvidos.
- 2 Costumo usar novas ideias para moldar a maneira como faço as coisas.
- 3 Eu uso mais de uma fonte para encontrar informações por mim mesmo.
- 4 Estou sempre à procura de novas ideias.
- 5 Houveram momentos onde encontrei um bom argumento que desafiou minhas maiores crenças
- 6 É importante entender o ponto de vista de outras pessoas sobre um problema
- 7 É importante justificar as escolhas que faço.

Ceticismo Reflexivo

- 8 Costumo reavaliar minhas experiências para poder aprender com elas.
- 9 Normalmente verifico a credibilidade da fonte de informação antes de fazer julgamentos.
- 10 Normalmente penso nas implicações mais amplas de uma decisão antes de agir.
- 11 Muitas vezes penso em minhas ações para ver se poderia melhorá-las.

ESCALA DE RACIOCINIO CIENTÍFICO

Para as questões abaixo, há apenas uma resposta correta. Caso não saiba a resposta, evite “chutar” e marque a opção “não sei”

| Item | Conceito abordado | Resposta correta |
|--|----------------------------|------------------|
| Um pesquisador descobriu que os estados brasileiros com parques maiores têm menos espécies ameaçadas de extinção. Verdadeiro ou falso? Esses dados mostram que aumentar o tamanho dos parques estaduais brasileiros reduzirá o número de espécies ameaçadas de extinção. | Causalidade | Falso |
| Um pesquisador coloca um grupo de participantes para montar um quebra-cabeça em uma sala fria com um rádio alto enquanto outros montam o mesmo quebra-cabeça em uma sala quente sem rádio. Os participantes resolvem o quebra-cabeça mais rapidamente na sala quente sem rádio. Verdadeiro ou falso? O pesquisador não sabe dizer se o rádio fez com que os participantes resolvessem o quebra-cabeça mais lentamente. | Variáveis de confundimento | Verdadeiro |
| Um pesquisador em educação deseja medir a habilidade geral de matemática de uma amostra de alunos de matemática de alto desempenho. Todos os alunos tiveram aulas de geometria e pré-cálculo. Verdadeiro ou falso? O | Validade de Construção | Falso |

pesquisador educacional pode medir a habilidade geral de matemática, dando aos alunos um teste de geometria.

Dois pesquisadores estão desenvolvendo uma pesquisa para medir a opinião dos consumidores sobre o atendimento ao cliente. O pesquisador X deseja que os clientes classifiquem de acordo com a afirmação “Estou satisfeito com o atendimento ao cliente” em uma escala de 5 pontos, em que 1 = concordo totalmente e 5 = discordo totalmente. Já o pesquisador Y deseja que os clientes avaliem o atendimento ao cliente em uma escala de 5 pontos, em que 1 = nada insatisfeito e 5 = muito insatisfeito. Verdadeiro ou falso? Essas perguntas são igualmente boas para medir a opinião dos consumidores se sentem em relação ao atendimento ao cliente.

Viés de resposta

Falso

ESCALA DE MOTIVAÇÃO PARA A PRÁTICA CIENTÍFICA

| Item | Fato explorado |
|--|----------------------|
| 1) Aprender ciência é interessante | |
| 2) Tenho curiosidade sobre descobertas científicas | |
| 3) A ciência que eu aprendo é importante para a minha vida | Motivação intrínseca |
| 4) Aprender ciência torna minha vida mais significativa | |

5) Aprender sobre ciência me ajudará a conseguir um bom trabalho

6) Entender ciência trará benefícios para minha carreira

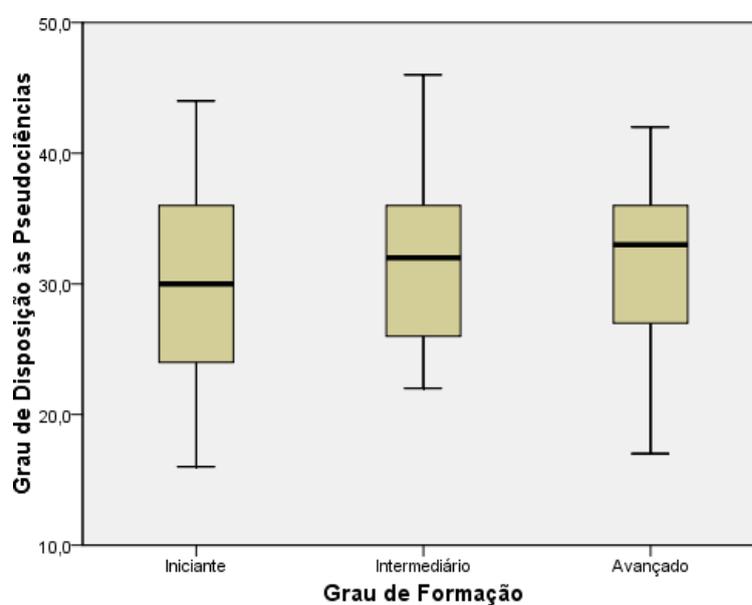
Motivação de carreira

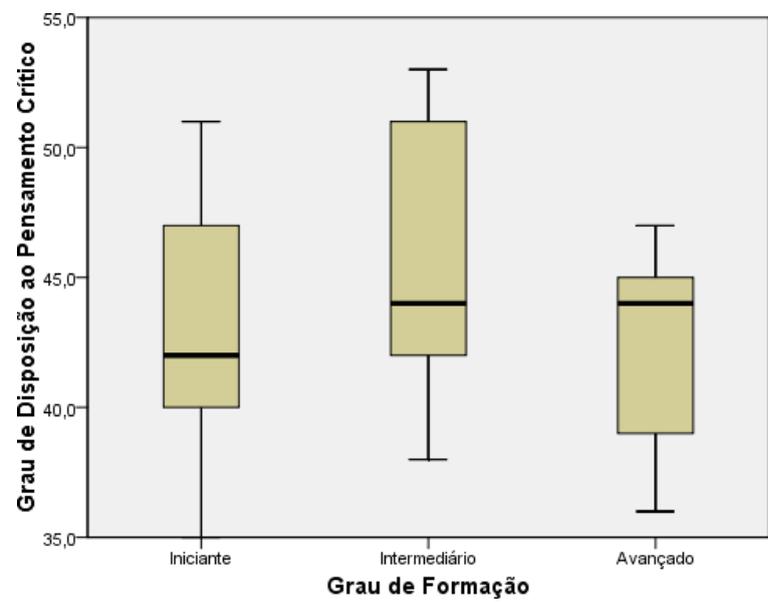
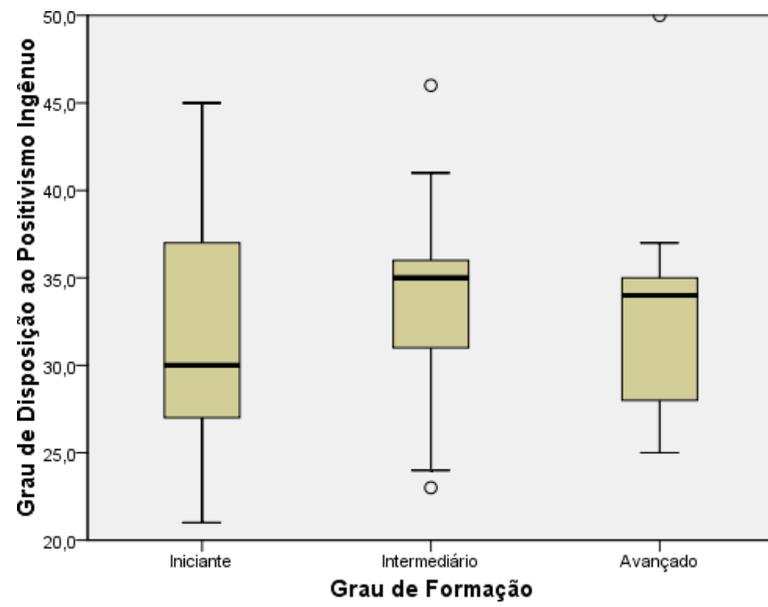
7) Vou utilizar minhas habilidades científicas para resolver problemas na minha carreira

APÊNDICE B – Estatística Descritiva: Bacharelado

Teste ANOVA

| | | N | Média | Desvio Padrão | Erro Padrão | 95% Intervalo de confiança para média | | Mínimo | Máximo |
|---------------------------|---------------|----|--------|---------------|-------------|---------------------------------------|-----------------|--------|--------|
| | | | | | | Limite inferior | Limite superior | | |
| Pseudociência | Iniciante | 23 | 30,000 | 7,7401 | 1,6139 | 26,653 | 33,347 | 16,0 | 44,0 |
| | Intermediário | 21 | 31,524 | 6,3452 | 1,3846 | 28,635 | 34,412 | 22,0 | 46,0 |
| | Avançado | 9 | 30,778 | 7,7746 | 2,5915 | 24,802 | 36,754 | 17,0 | 42,0 |
| | Total | 53 | 30,736 | 7,1149 | ,9773 | 28,775 | 32,697 | 16,0 | 46,0 |
| Positivismo | Iniciante | 23 | 31,478 | 6,3451 | 1,3231 | 28,734 | 34,222 | 21,0 | 45,0 |
| | Intermediário | 21 | 33,286 | 5,9594 | 1,3004 | 30,573 | 35,998 | 23,0 | 46,0 |
| | Avançado | 9 | 33,667 | 7,4833 | 2,4944 | 27,914 | 39,419 | 25,0 | 50,0 |
| | Total | 53 | 32,566 | 6,3443 | 0,8715 | 30,817 | 34,315 | 21,0 | 50,0 |
| Pensamento Crítico | Iniciante | 23 | 43,217 | 4,6019 | 0,9596 | 41,227 | 45,207 | 35,0 | 51,0 |
| | Intermediário | 21 | 45,333 | 4,9833 | 1,0874 | 43,065 | 47,602 | 38,0 | 53,0 |
| | Avançado | 9 | 42,333 | 4,0620 | 1,3540 | 39,211 | 45,456 | 36,0 | 47,0 |
| | Total | 53 | 43,906 | 4,7445 | 0,6517 | 42,598 | 45,213 | 35,0 | 53,0 |





Teste Kruskal-Wallis

| Escala | N | Média | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo | Percentis | | |
|-----------------------------|--------|-------|---------------|--------|--------|-----------|---------|------|
| | | | | | | 25° | Mediana | 75° |
| Motivação Científica | 5 3 | 32,88 | 3,214 | 17,0 | 35,0 | 32,0 | 34,0 | 35,0 |
| Grupo | 5 3 | 1,74 | 0,738 | 1 | 3 | 1,0 | 2,0 | 2,0 |

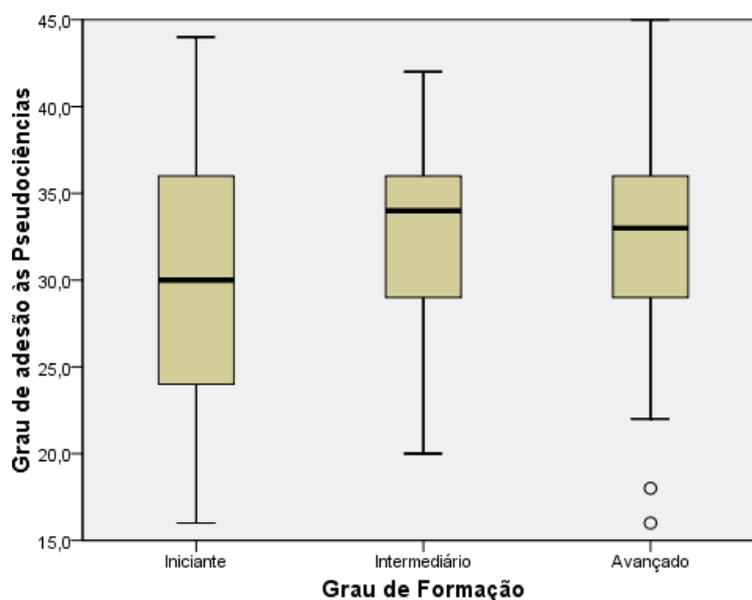
Rank

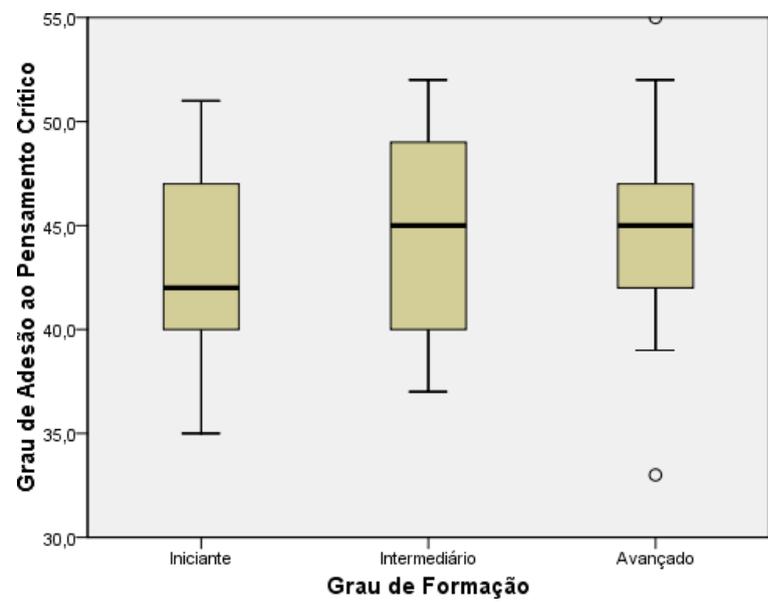
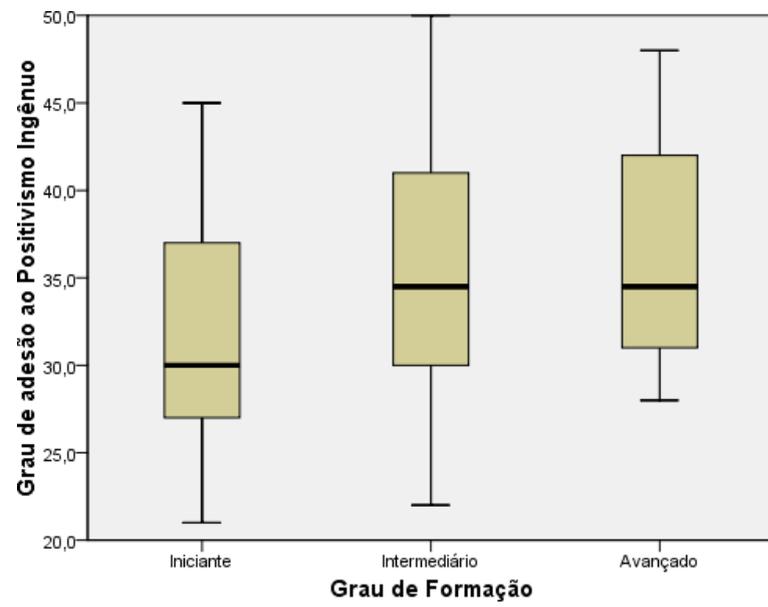
| | Grupo | N | Rank Médio |
|-----------------------------|---------------|----|------------|
| Motivação científica | Iniciante | 23 | 24,72 |
| | Intermediário | 21 | 28,21 |
| | Avançado | 9 | 30,00 |
| | Total | 53 | |

APÊNDICE C - Estatística Descritiva: Licenciatura

Teste ANOVA

| | Grau de formação | N | Média | Desvio Padrão | Erro Padrão | 95% Intervalo de confiança p/ média | | Mínimo | Máximo |
|---------------------------|------------------|----|--------|---------------|-------------|-------------------------------------|-----------------|--------|--------|
| | | | | | | Limite inferior | Limite superior | | |
| | | | | | | | | | |
| Pseudociência | Iniciante | 23 | 31,478 | 6,3451 | 1,3231 | 28,734 | 34,222 | 21,0 | 45,0 |
| | Intermediário | 22 | 34,909 | 7,2369 | 1,5429 | 31,700 | 38,118 | 22,0 | 50,0 |
| | Avançado | 22 | 36,045 | 6,5355 | 1,3934 | 33,148 | 38,943 | 28,0 | 48,0 |
| | Total | 67 | 34,104 | 6,8956 | 0,8424 | 32,423 | 35,786 | 21,0 | 50,0 |
| Positivismo | Iniciante | 23 | 43,217 | 4,6019 | 0,9596 | 41,227 | 45,207 | 35,0 | 51,0 |
| | Intermediário | 22 | 44,864 | 4,5387 | 0,9676 | 42,851 | 46,876 | 37,0 | 52,0 |
| | Avançado | 22 | 44,773 | 4,5974 | 0,9802 | 42,734 | 46,811 | 33,0 | 55,0 |
| | Total | 67 | 44,269 | 4,5746 | 0,5589 | 43,153 | 45,384 | 33,0 | 55,0 |
| Pensamento Crítico | Iniciante | 23 | 14,826 | 6,0802 | 1,2678 | 12,197 | 17,455 | 5,0 | 25,0 |
| | Intermediário | 22 | 17,318 | 6,2289 | 1,3280 | 14,556 | 20,080 | 5,0 | 25,0 |
| | Avançado | 22 | 17,909 | 6,3539 | 1,3547 | 15,092 | 20,726 | 5,0 | 25,0 |
| | Total | 67 | 16,657 | 6,2730 | 0,7664 | 15,127 | 18,187 | 5,0 | 25,0 |



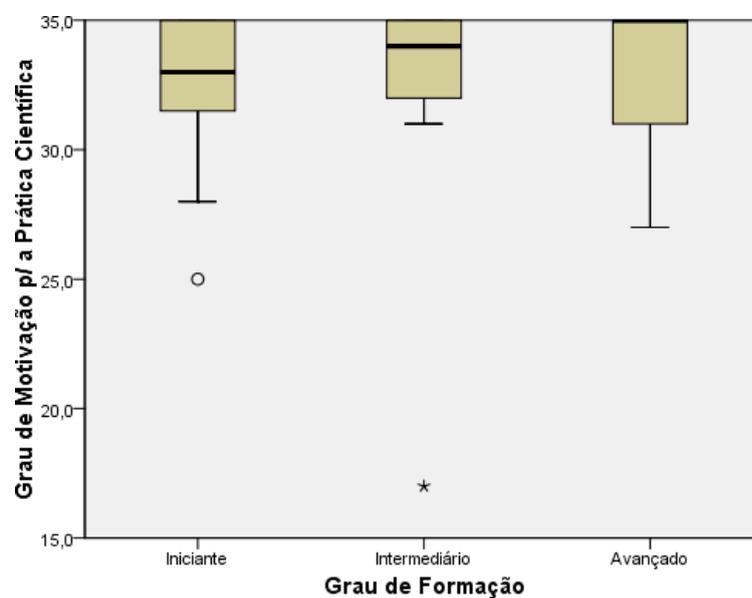


Teste Kruskal-Wallis

| Escala | N | Média | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo | Percentis | | |
|-----------------------------|----|--------|---------------|--------|--------|-----------|---------|------|
| | | | | | | 25° | Mediana | 75° |
| Motivação Científica | 67 | 32,418 | 2,9447 | 23,0 | 35,0 | 31,0 | 33,0 | 35,0 |
| Grupo | 67 | 1,99 | ,826 | 1 | 3 | 1,0 | 2,0 | 3,0 |

Rank

| | Grupo | N | Rank Médio |
|-----------------------------|---------------|----|------------|
| Motivação científica | Iniciante | 23 | 35,61 |
| | Intermediário | 22 | 34,09 |
| | Avançado | 22 | 32,23 |
| | Total | 67 | |

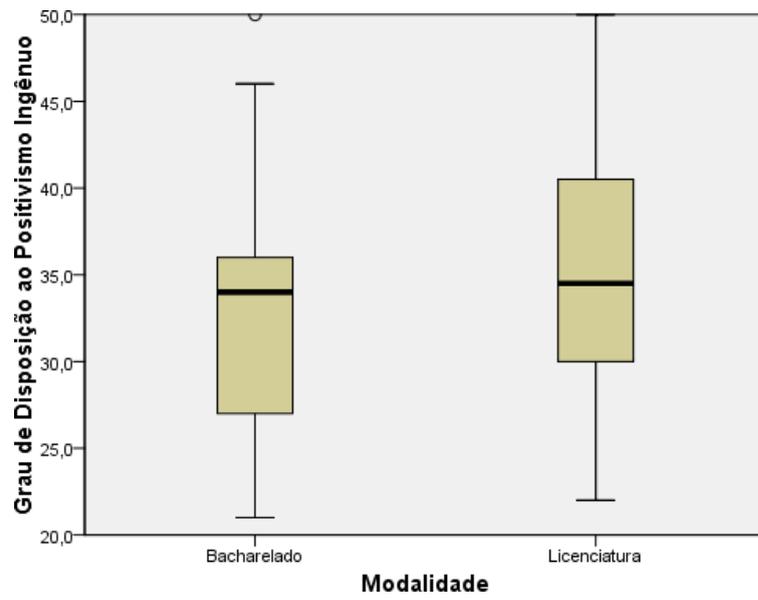
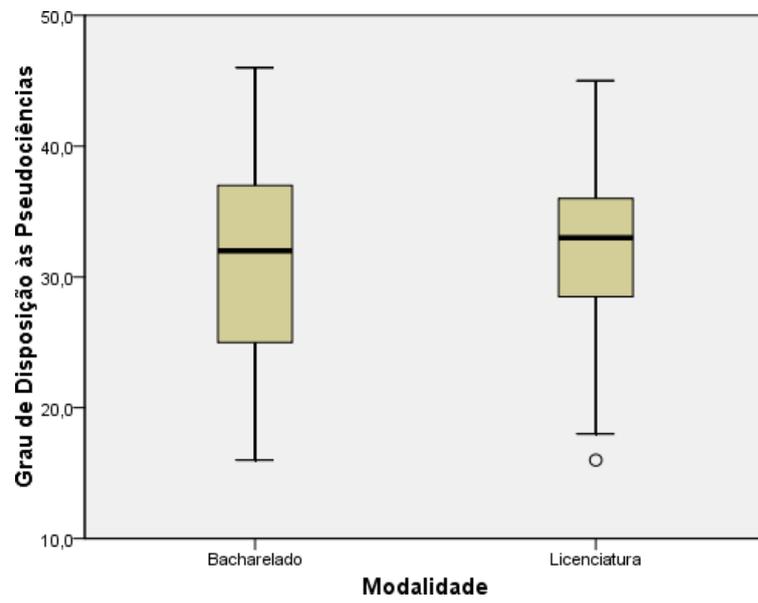


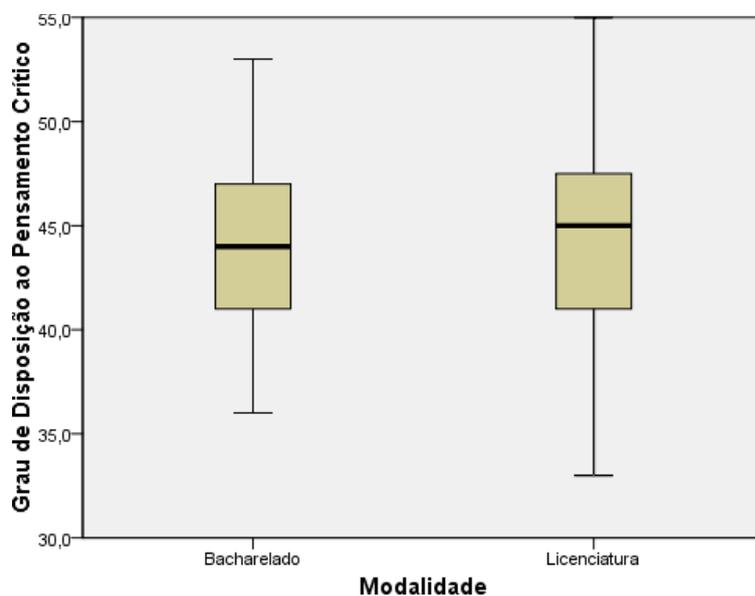
APÊNDICE D – Estatística Descritiva: Bacharelado versus Licenciatura

Teste-t Student

| | | Teste de Levene para igualdade de variância | | Test-t para igualdade de média | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------------------|---|-------|--------------------------------|-------------|---------------|---------------|------------------|----------------------------|---------|
| | | F | Sig. | t | Des. Padrão | Sig. Bicaudal | Dif. de média | Dif. Erro padrão | 95% Intervalo de confiança | |
| | | | | | | | | Limite inferior | Limite superior | |
| Pseudociência | Igualdade de variância | 2,011 | 0,159 | -0,549 | 95 | 0,584 | -0,7632 | 1,3897 | 3,5222 | 1,9957 |
| | Sem igualdade de variância Avançado | | | -0,544 | 88,391 | 0,588 | -0,7632 | 1,4028 | 3,5509 | 2,0244 |
| Positivismo | Com igualdade de variância | 0,201 | 0,655 | -2,361 | 95 | 0,020 | -3,1462 | 1,3325 | 5,7914 | -0,5009 |
| | Sem igualdade de variância Avançado | | | -2,370 | 94,152 | 0,020 | -3,1462 | 1,3275 | 5,7819 | -0,5104 |
| Pensamento Crítico | Com igualdade de variância | 0,002 | 0,968 | -0,366 | 95 | 0,715 | -0,3474 | 0,9491 | 2,2315 | 1,5367 |
| | Sem igualdade de variância Avançado | | | -0,367 | 93,425 | 0,715 | -0,3474 | 0,9479 | 2,2297 | 1,5348 |

| | Grupo | N | Média | Desvio Padrão | Erro Padrão |
|---------------------------|--------------|----|--------|---------------|-------------|
| Pseudociência | Bacharelado | 45 | 31,044 | 7,2862 | 1,0862 |
| | Licenciatura | 52 | 31,808 | 6,4017 | 0,8878 |
| Positivismo | Bacharelado | 45 | 32,200 | 6,3625 | 0,9485 |
| | Licenciatura | 52 | 35,346 | 6,6976 | 0,9288 |
| Pensamento Crítico | Bacharelado | 45 | 44,133 | 4,6201 | 0,6887 |
| | Licenciatura | 52 | 44,481 | 4,6966 | 0,6513 |



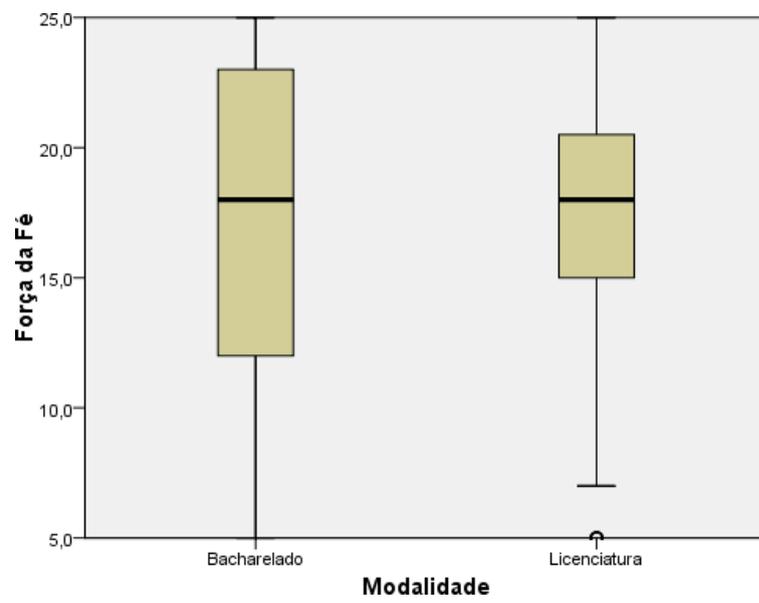


Teste U de Mann-Whitney

| Escala | N | Média | Desvio Padrão | Mínimo | Máximo | Percentis | | |
|-----------------------------|----|--------|---------------|--------|--------|-----------|---------|------|
| | | | | | | 25° | Mediana | 75° |
| Motivação Científica | 97 | 32,608 | 3,1509 | 17,0 | 35,0 | 31,5 | 34,0 | 35,0 |
| Força da Fé | 97 | 16,835 | 6,4770 | 5,0 | 25,0 | 12,0 | 18,0 | 22,5 |
| Grupo | 97 | 1,54 | 0,501 | 1 | 2 | 1,0 | 2,0 | 2,0 |

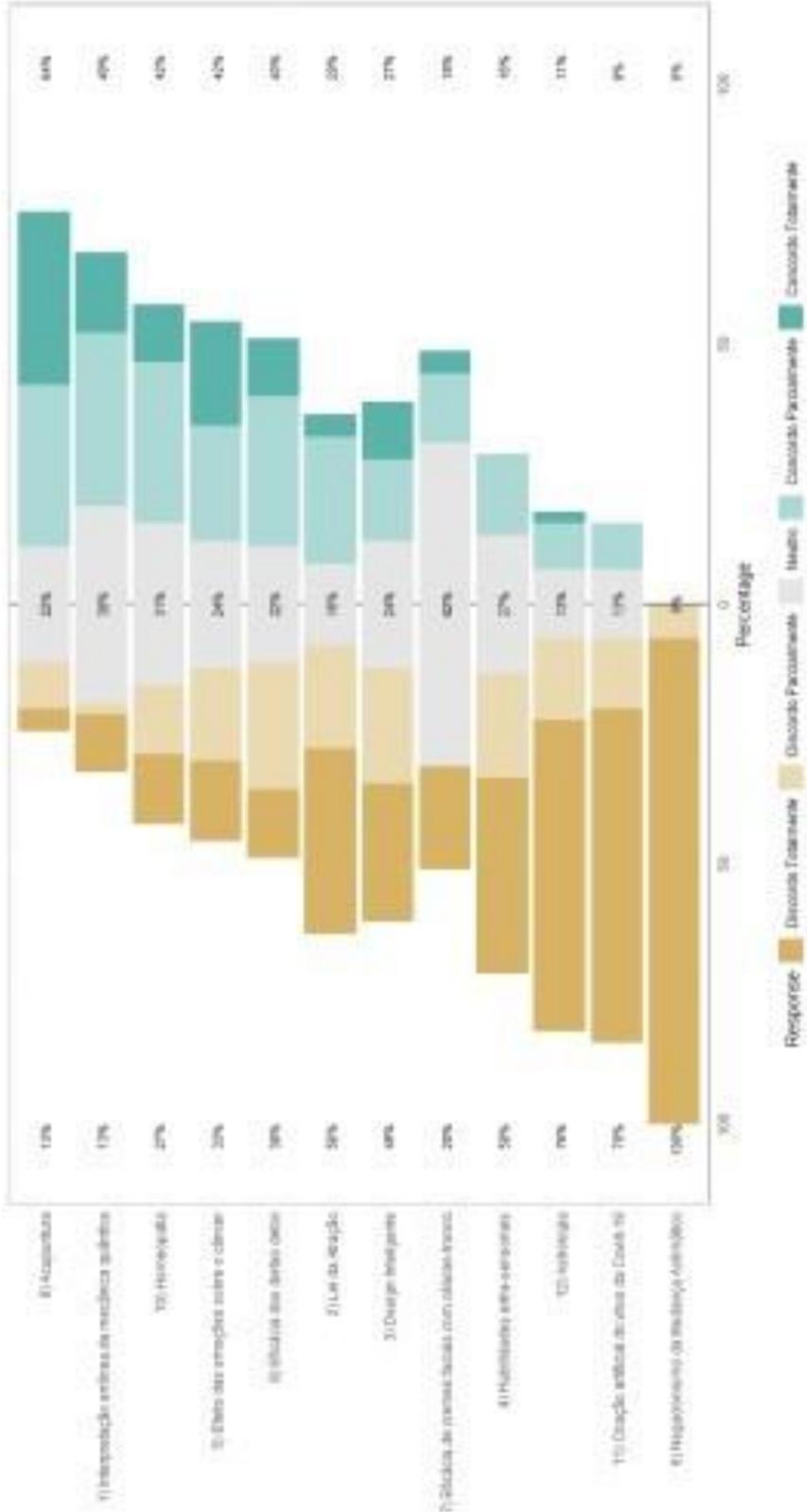
Ranks

| | Grupo | N | Rank Médio | Soma dos Ranks |
|-----------------------------|--------------|----|------------|----------------|
| Motivação científica | Bacharelado | 45 | 54,23 | 2440,50 |
| | Licenciatura | 52 | 44,47 | 2312,50 |
| | Total | 97 | | |
| Força da Fé | Bacharelado | 45 | 48,40 | 2178,00 |
| | Licenciatura | 52 | 49,52 | 2575,00 |
| | Total | 97 | | |

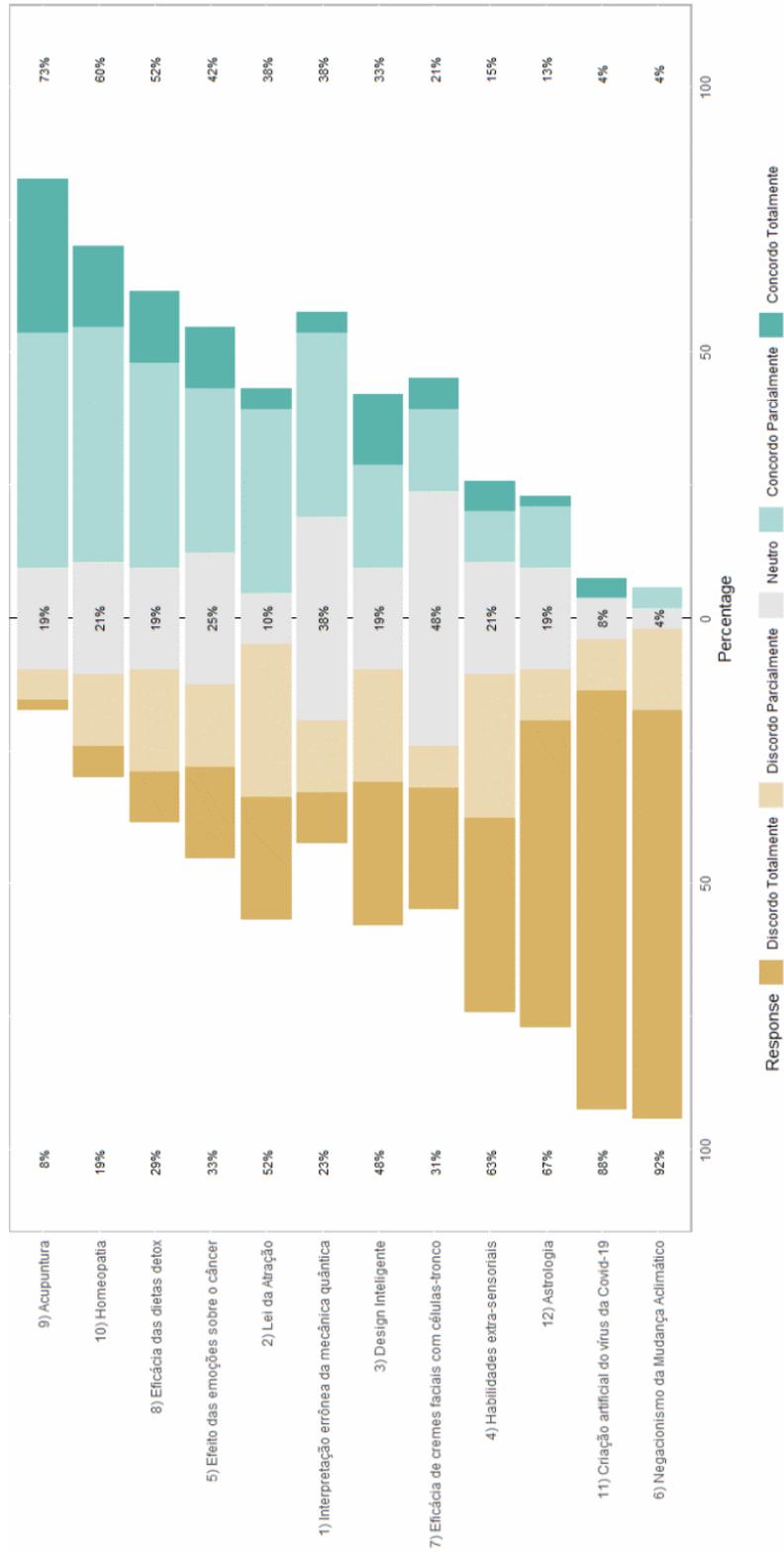


APÊNDICE E – Gráfico para a e Escala Likert: Pseudociência

Bacharelado

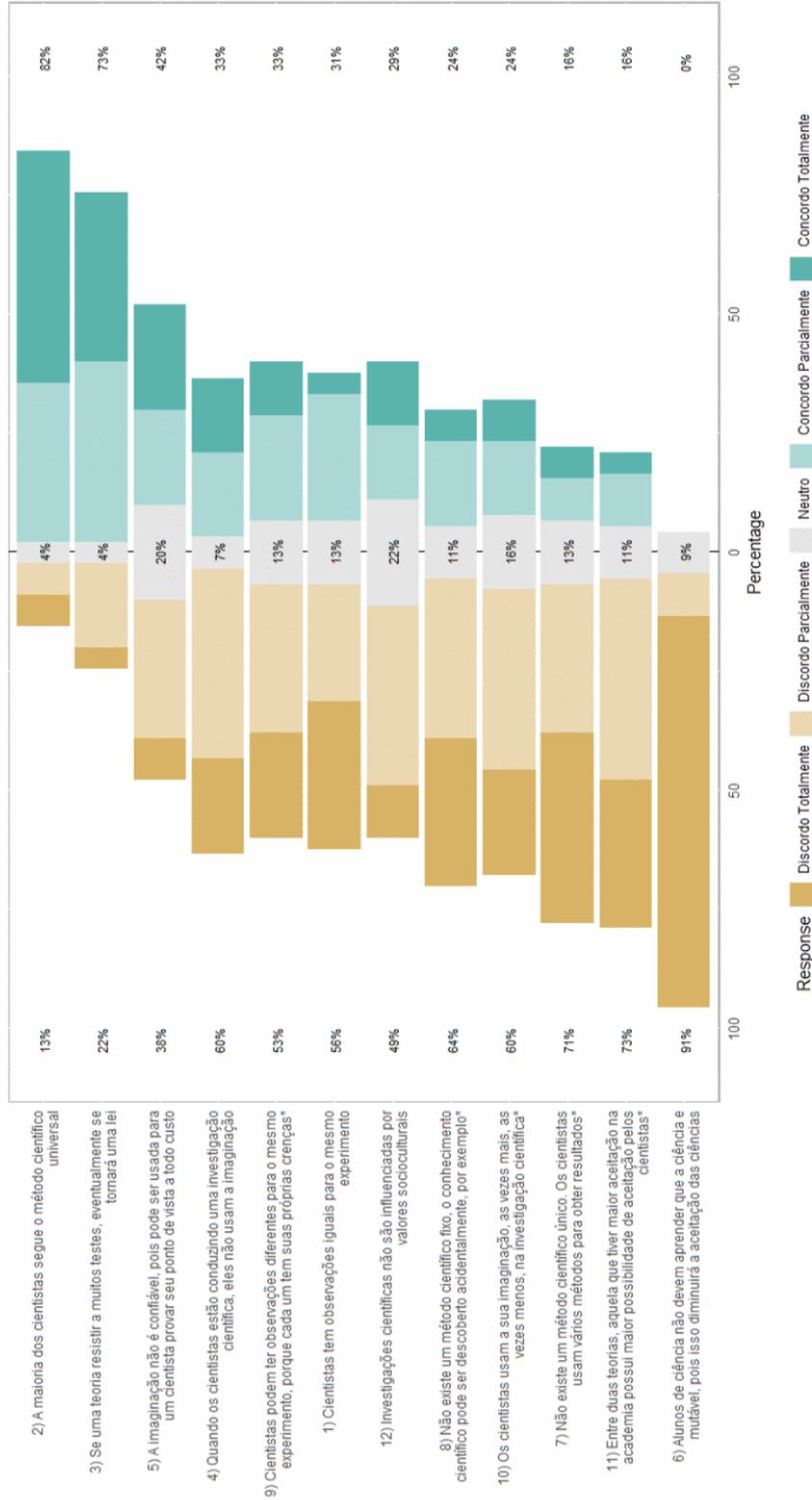


Licenciatura



APÊNDICE F - Gráfico para a e Escala Likert: Positivismo Ingênuo

Bacharelado



Licenciatura

