



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Lara Nery Santos

**O PAPEL SOCIAL DA CIÊNCIA NA VISÃO DE
FUTUROS PROFESSORES DE QUÍMICA A PARTIR
DE INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO
CIENTÍFICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Brasília – DF

2º/2023



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Lara Nery Santos

**O PAPEL SOCIAL DA CIÊNCIA NA VISÃO DE FUTUROS
PROFESSORES DE QUÍMICA A PARTIR DE INDICADORES
DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentado ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Jheniffer Micheline Cortez

2º/2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço, antes de tudo, aos meus pais por todo o esforço para me possibilitar uma vida tranquila e feliz, por me ensinarem o que é carinho e por tanto tentarem entender as minhas necessidades e as de Sarha.

À minha mãe, Giane, mulher mais importante do mundo, por ser meu amparo, por me ajudar a ver a vida com mais calma e por ser exemplo de dedicação em tudo o que faz.

Ao meu pai, Abenildo, por ser o maior companheiro que alguém pode ter, por se preocupar tanto comigo e por me ensinar que o amor pode ser demonstrado no exagero.

À minha irmã e minha maior inspiração, Sarha, por sempre me apoiar e me tranquilizar nos momentos de angústia. Agradeço, principalmente, por poder acompanhar seu crescimento, admirada com toda a sua grandiosidade e beleza.

Às minhas tias e à minha avó, Dora, Nega e Carmosina, por serem fundamento, força e responsáveis pela maior parte do cuidado que eu conheço.

Às pessoas que caminham comigo nessa vida, em especial, ao Cleiton por acreditar em mim há tanto tempo e por segurar minha mão nas ansiedades, à Sophia por me ajudar a manter os pés no chão mesmo de tão longe e à Bia por me ouvir com carinho e por todos os confortos oferecidos.

Aos meus amigos de anos, por me acompanharem em todos os momentos e em todas as mudanças. À Júlia por me apoiar e me acolher com todo afeto do mundo, à Marina por me acompanhar na escrita e pela diversão e à Isadora que está sempre comigo mesmo do outro lado do oceano.

Às pessoas que encontrei no curso: Pedro, Kesley, Carol e Victória, por me acolherem e por dividirem comigo todos os tipos de dificuldades nesses últimos semestres de Licenciatura em Química.

À minha orientadora, Jheniffer, pela confiança e sensibilidade que me permitiram seguir com este trabalho, por toda a dedicação nas reuniões e pelas contribuições.

À minha querida Universidade de Brasília, onde conheci tanto, por ser lugar de expressão, de construção de conhecimentos cada vez mais diversos e de acolhimento.

SUMÁRIO

Apresentação	7
Introdução	9
Capítulo 1 – Alfabetização Científica	13
1.1. Papel da Alfabetização Científica no contexto negacionista da ciência.....	13
1.2. Fake news e pós-verdade.....	15
1.3. Alfabetização Científica.....	17
1.4. Eixos estruturantes da Alfabetização Científica.....	19
1.5. Indicadores de Alfabetização Científica.....	20
1.6. A Alfabetização Científica e a formação de professores de Química.....	23
Capítulo 2 – Metodologia	26
2.1. Abordagem qualitativa.....	26
2.2. Contexto da pesquisa.....	27
2.3. Instrumentos de coleta de dados.....	28
2.4. Tratamento e análise de dados.....	30
Capítulo 3 – Resultados e Discussões	34
3.1. Resultados do questionário TOSLS.....	34
3.2. Resultados do roteiro de atividades para registro e debate.....	44
Considerações finais	53
Referências	56
Apêndices	60
Anexos	61

RESUMO

Durante a pandemia de covid-19, o movimento negacionista ganhou espaço no país e descredibiliza continuamente a ciência. Os impactos na imagem popular da ciência foram imensuráveis e ainda refletem nos comportamentos e na confiança da sociedade. Este trabalho teve como foco analisar como a alfabetização científica de futuros professores de Química pode contribuir para uma educação voltada para a formação de estudantes conscientes e ativos para retomar o caminho de valorização da ciência no Brasil. Para realização do estudo, foi desenvolvida uma intervenção em uma turma de Didática da Química, disciplina obrigatória para o curso de Licenciatura em Química da Universidade de Brasília. Por meio de três atividades, buscamos compreender e interpretar as percepções do papel social da ciência dos licenciandos, assim como os indicadores de alfabetização científica manifestados por eles e como esses fatores influenciam na prática pedagógica desses futuros professores. Em um primeiro momento, foi aplicado o questionário TOSLS (*Test of Scientific Literacy Skills*), em tradução literal significa “teste de habilidades de letramento científico”, para analisar as percepções sobre o papel da ciência e a credibilidade das informações divulgadas na mídia a partir de nove habilidades estudadas. A atividade seguinte consistiu em um debate, orientado por um roteiro, sobre questões relacionadas à credibilidade da ciência no período pandêmico e a influência da ciência na tomada de decisões públicas para identificar possíveis ações geradoras de indicadores de alfabetização científica nos posicionamentos dos futuros professores e relacioná-las com os indicadores propostos por Pizarro (2014). Ao final do cronograma, o questionário inicial foi retomado para que os licenciandos analisassem seus resultados em cada habilidade. Ao longo da intervenção realizada, foram identificados os nove indicadores de alfabetização científica propostos por Pizarro (2014): *Articular ideias; Investigar; Argumentar; Ler em Ciências; Escrever em Ciências; Problematizar; Criar; Atuar*, sendo eles indícios de que os professores em formação que participaram da pesquisa têm consciência de seu papel social na educação brasileira.

Palavras-chaves: percepção pública da ciência, formação de professores, letramento científico.

APRESENTAÇÃO

Eu estava no terceiro semestre do curso de Bacharelado em Química quando a pandemia de covid-19 foi declarada pela Organização Mundial da Saúde e, assim como todas, a minha vida sofreu mudanças drásticas. Tive o privilégio de poder me resguardar em casa com minha família, porém, a inquietude de acompanhar constantemente as notícias sobre contágio e o descaso com a pandemia no Brasil me afetava.

Durante o período de isolamento social, em especial durante o ensino remoto emergencial aderido pela Universidade de Brasília em agosto de 2020, minha insatisfação em relação ao curso de bacharelado se intensificou. A ausência de debates e a total falta de engajamento social em grande parte das disciplinas me deixavam profundamente descontente. Enquanto uma crise sanitária global e uma crise de desinformação se desenrolavam, os estudantes e professores de Química pareciam não discutir como os cientistas, ou futuros cientistas, deveriam se posicionar e atuar nesse contexto.

No início de 2021, decidi cursar algumas disciplinas relacionadas à educação e nelas encontrei um ambiente propício para debates e possibilidades de mudança. Ao mesmo tempo em que me encantava com a área da educação, percebia a crescente descredibilização da ciência por parte do Governo Federal¹ e, a cada dia, tinha certeza de que a educação era o caminho necessário para combater a alienação social baseada em *fake news* e no ódio disseminado com tanta frequência na pandemia.

Dessa forma, decidi mudar meu curso para Licenciatura em Química, movida pela vontade de aprofundar meus estudos sobre ensino e explorar mais sobre alfabetização e divulgação científicas. Sempre tendo em mente a infodemia que vivenciamos durante a emergência da covid-19, em que a divulgação científica no Brasil era feita por indivíduos sem qualquer apoio governamental, enquanto o então presidente propagava informações falsas e perigosas, deixando a população desorientada.

¹ A pandemia de covid-19 foi declarada no segundo ano de governo de Jair Bolsonaro.

Como resultado, testemunhamos a ciência sendo questionada, programas de saúde sendo desmantelados e milhares de vidas sendo perdidas. O manejo da pandemia de covid-19 no Brasil resultou em um número inaceitável de mortes evitáveis², além de causar desgaste psicossocial e danos nas instituições de cuidados de saúde do Estado brasileiro, que agora enfrentam um longo processo de recuperação.

Por isso, minha motivação para este estudo é analisar como a alfabetização científica de professores de Química em formação pode contribuir para uma educação voltada para a formação de estudantes conscientes e ativos para retomar o caminho de valorização da ciência no Brasil combater o negacionismo científico no Brasil.

Sendo assim, esse TCC será realizado em homenagem às 703.291 vidas perdidas³ durante a pandemia e pela reconstrução da imagem popular da ciência no Brasil.

² Segundo Werneck et al. (2021) são mortes que poderiam ter sido evitadas por medidas populacionais e por ações e serviços de saúde.

³ Segundo dados do Painel Coronavírus. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/> (atualizado em 09/06/2023). Acesso em: 13 de jun. de 2023.

INTRODUÇÃO

Em março de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou a pandemia de covid-19⁴, doença causada pelo coronavírus SARS-CoV-2 (OMS, 2020). Diante de uma patologia ainda pouco conhecida e da nova classificação da crise sanitária, a ciência desempenhou um papel fundamental no estudo do vírus e na divulgação de medidas preventivas para proteger e tranquilizar a população. A mobilização da comunidade científica global e o rápido avanço das pesquisas levaram a uma divulgação sem precedentes dos conhecimentos científicos por meio de jornais, rádios e televisões, desempenhando um papel crucial na comunicação popular durante a pandemia.

Contudo, apesar da seriedade e urgência transmitidas pelos cientistas em uma escala global, no Brasil, pesquisas apontam o descaso no tratamento da pandemia por parte do Governo Federal (ARRUDA, 2022; SILVA e OLIVEIRA, 2022; TEIXEIRA, 2022; TORQUATO, 2021). Movimentos negacionistas⁵ ganharam força devido à facilidade de disseminação de informações falsas, ou *fake news*, e à falta de reconhecimento da gravidade da crise de saúde por parte das autoridades brasileiras. As redes sociais possibilitaram a comunicação em massa sem regulamentação adequada, resultando no que a OMS denominou de "infodemia: um excesso de informações, algumas precisas e outras não, que tornam difícil encontrar fontes idôneas e orientações confiáveis quando se precisa" (OMS, 2020, p. 2).

Nessa rede de desinformações, *fake news* sobre vacinas, máscaras, medicações ineficazes e até sobre a própria pandemia alcançaram milhões de pessoas diariamente, reiterando o fenômeno da pós-verdade. Conforme o dicionário Oxford, pós-verdade está "relacionado a, ou denotando, circunstâncias em que fatos objetivos são menos influentes na formação da opinião pública do que apelos à emoção e a crenças pessoais" (SIEBERT e PEREIRA, 2020, p. 239). Esse fenômeno poderia explicar o engajamento com as teorias

4 Nesse estudo, covid-19 será grafado com letra minúscula por se tratar de um nome comum de acordo com o Vocabulário Ortográfico de Língua Portuguesa - VOLP, disponível em: <https://www.volp-acl.pt/index.php/item/covid-19>. Acesso em: 24 de mai. de 2023

5 "Movimento político ou tendência social que inspira combate quando nega deliberadamente fatos históricos e evidências científicas por meio de recursos retóricos, com o objetivo de produzir desconhecimento e incertezas entre a opinião pública" (MORETTO, BELTRAMMI e DUNKER, 2021)

negacionistas surgidas durante a pandemia. No entanto, Siebert e Pereira (2020, p. 244) reanalisaram o termo em um contexto midiático:

Na pós-verdade, mais do que interpretar e significar o acontecimento, cria-se uma versão que o sujeito tende a interpretar como verdadeira ou não, independente de investigações científicas quaisquer. Tal gesto interpretativo é possível devido à fluidez da informação, por sua instabilidade, por retratar um mundo tão farto de acontecimentos, tão amplo em dimensões planetárias e contraditório nos dizeres.

Corroborando com a ideia, as ações do Governo brasileiro foram ao encontro de várias *fake news* compartilhadas, desviando das recomendações científicas e enfraquecendo desde a adesão às medidas de proteção individuais e coletivas, como o uso de máscaras e o distanciamento físico, até o Plano Nacional de Imunização (PNI), que continua apresentando baixos índices de vacinação ainda no cenário pós-pandêmico (LEVY, 2022). De acordo com Bartelmebs, Venturi e Sousa (2021), é evidente o impacto das condutas governamentais na compreensão da população em relação ao conhecimento e à prática científica. Nas palavras dos autores:

Observamos um afastamento institucionalizado entre conhecimento científico, tomada de decisões, políticas públicas, gerenciamento da saúde e sociedade, cuja consequência epistemológica parece ser uma ruptura brusca com os processos de alfabetização científica da população. (BARTELMEBS, VENTURI e SOUSA, 2021, p. 66)

Em decorrência desse cenário, o distanciamento entre políticas públicas e a ciência, a descredibilização dos avanços científicos e os desmontes dos centros de pesquisa brasileiros contribuem significativamente na formação de uma imagem negativa da ciência no Brasil. A falta de conhecimento sobre ciência e suas implicações sociais, aliada à falta de senso crítico, influenciam a interpretação dada pela população brasileira em geral acerca das inúmeras informações divulgadas pela mídia e pelos diferentes atores sociais. Hazen e Trefil⁶ (1991) *apud* Sasseron e Carvalho (2011, p. 62) trazem que "a alfabetização científica é o conhecimento que precisamos ter para entender os resultados divulgados pela ciência".

Diante desses pressupostos, enfatizamos a importância de a população ser alfabetizada cientificamente no contexto da pandemia e da infodemia, sendo que a educação em ciências, além de outros meios, possui papel fundamental na formação dos cidadãos brasileiros. Assim, é possível questionar se o ensino de Química, com foco na alfabetização científica dos estudantes, pode contribuir para a recuperação da imagem da ciência no Brasil.

⁶ HAZEN, ROBERT; TREFIL, JAMES. *Science Matters. Achieving scientific literacy*. New York, Anchor Books Doubleday, 1991.

A alfabetização científica é considerada crucial para a formação de cidadãos críticos capazes de reconhecer e interpretar questões sociocientíficas enfrentadas no dia a dia, além de exercer sua cidadania com consciência do impacto de suas decisões (CHASSOT, 2000; SASSERON e CARVALHO, 2011). Dessa forma, como podemos analisar se os estudantes estão sendo alfabetizados cientificamente? Assim, iniciou-se o estudo de indicadores que podem ser observados durante o processo de ensino e de aprendizagem. Segundo Pizarro e Lopes Junior (2015), esses indicadores não apenas permitem que o professor acompanhe o progresso dos alunos, mas também “demonstram o aluno como sujeito de sua própria aprendizagem” (p. 209).

Tendo em mente a análise do progresso dos estudantes, os indicadores são habilidades demonstradas durante diversas atividades rotineiras que concretizam os objetivos da alfabetização científica. A capacidade de articular ideias e relacioná-las a conhecimentos científicos, por exemplo, pode ser considerada um indicador, assim como o posicionamento fundamentado de um aluno ao participar de um debate. No entanto, os indicadores também podem se manifestar de forma mais sutil, como questionar as informações recebidas e orientar familiares na interpretação de dados (PIZARRO e LOPES JUNIOR, 2015).

Com base no exposto, este estudo tem como objetivo analisar como a alfabetização científica de professores de Química em formação pode contribuir para uma educação voltada para a formação de estudantes conscientes e ativos para retomar o caminho de valorização da ciência no Brasil. Por meio de uma intervenção didática, visamos identificar as percepções dos estudantes de licenciatura em Química em relação ao papel da ciência na sociedade, além de reconhecer e classificar ações geradoras de indicadores de alfabetização científica manifestados pelos alunos da disciplina de Didática da Química da Universidade de Brasília. Nesse sentido, busca-se estabelecer uma relação entre os indicadores observados e as crenças dos licenciandos em Química sobre o papel do professor em sala de aula.

A partir desse estudo, pretende-se responder a seguinte questão de pesquisa: “Em que medida futuros professores de Química são alfabetizados cientificamente diante de um contexto negacionista da ciência?” Para tanto, neste trabalho, o texto está estruturado em três capítulos. No Capítulo 1, abordamos os referenciais teóricos adotados para este estudo no que se refere à alfabetização científica e formação de professores. Já no Capítulo 2, apresentamos a metodologia adotada neste estudo, relacionada à natureza da pesquisa, constituição do *corpus* de análise e o contexto de realização da pesquisa, bem como os instrumentos e análise de dados que foram empregados. No Capítulo 3, destacamos os resultados da pesquisa,

primeiramente analisando os dados do questionário TOSLS e, posteriormente, do roteiro de atividades, de modo a debater os indicadores de alfabetização científica identificados. Por fim, nas Considerações Finais, tecemos algumas reflexões sobre o estudo desenvolvido e os resultados obtidos.

CAPÍTULO 1 – ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Neste capítulo, abordamos o papel da alfabetização científica no contexto do negacionismo e do cenário de pós-verdade experimentado durante e após a pandemia de covid-19. Um dos fatores que leva a esse cenário são as influências negativas do Governo Federal na luta contra a propagação do vírus, as quais afetaram a percepção popular da ciência. Em seguida, apresentamos a definição de alfabetização científica adotada nesta pesquisa, os eixos estruturantes de um ensino voltado à alfabetização científica dos estudantes e os indicadores que apontam o desenvolvimento das habilidades julgadas cruciais para um indivíduo alfabetizado cientificamente.

1.1. Papel da Alfabetização Científica no contexto negacionista da ciência

Em um momento de extrema vulnerabilidade sanitária e social, a pandemia de covid-19 trouxe à tona diversos debates científicos, acompanhados por uma avalanche de *fake news* e teorias conspiratórias. Esse cenário hostil evidenciou a facilidade com que a população brasileira é impactada por informações falsas. De acordo com Tavares, Magalhães e Brito (2020), as *fakes news* muitas vezes recebem mais interações nas redes sociais do que notícias verídicas. Os autores chegaram a essa conclusão ao analisar postagens no *Twitter* relacionadas à pandemia de covid-19 no mês de junho de 2020, buscando por palavras-chave. Nessa rede social, as notícias são transmitidas de forma breve e resumida, permitindo que os usuários acessem um grande volume de informações superficiais em pouco tempo.

Para Sousa Júnior *et al.* (2020), durante o primeiro ano da pandemia de covid-19, o principal desafio enfrentado foi a divulgação de medidas preventivas. Enquanto os órgãos governamentais buscavam informar a população sobre o uso de máscaras, álcool em gel e distanciamento físico, muitas notícias falsas ganhavam espaço na internet, contradizendo as informações oficiais. Além dessa falta de alinhamento nas mensagens, havia a evolução do conhecimento sobre o vírus, o que exigia atualizações constantes nos protocolos, alimentando o movimento negacionista.

Diante das frequentes mudanças de posicionamento, principalmente por parte da OMS, o movimento negacionista encontrou brechas para desacreditar e questionar a ciência. Em uma das análises realizadas por Tavares, Magalhães e Brito (2020), constatou-se que grande parte das *fake news* relacionadas à palavra-chave "assintomática" tinha como objetivo minar a credibilidade da OMS, levantando suspeitas de inconsistências e comprometendo a adesão às medidas de prevenção.

Esses fatos destacam a noção de que a ciência é um processo em constante construção, com conhecimentos em contínua revisão e atualização, ainda mais tratando-se de um fenômeno novo como a covid-19. No entanto, no imaginário popular, as decisões científicas são vistas como definitivas e praticamente inquestionáveis. Quando confrontada com uma situação ainda desconhecida por todos, a população busca respostas na ciência, ao mesmo tempo em que as pesquisas estão em andamento e novas informações estão sendo descobertas constantemente. Tavares, Magalhães e Brito (2020, p. 303) abordam a insegurança desse contexto:

Diante um cenário de incertezas, como é o caso da pandemia de COVID-19, declarações contraditórias feitas por agências especializadas geram inúmeros questionamentos que, mesmo após retratações, levam sujeitos que se opõem as suas ideias a produzir e disseminar notícias falsas, em sua maioria com textos sensacionalistas em busca de converter mais pessoas a apoiar a sua causa.

As mudanças nas informações e nos protocolos de combate à propagação do coronavírus, juntamente com o crescimento do movimento anticiência, minaram a credibilidade da ciência devido à disseminação de *fake news* nas redes sociais e evidenciaram a falta de compreensão pública da ciência. Para desmistificar a noção de ciência como algo definitivo, é essencial que a população seja alfabetizada cientificamente, a fim de entender a ciência como "uma linguagem construída pelos seres humanos para explicar o nosso mundo natural" (CHASSOT, 2003, p. 91)

Contudo, a credibilidade da ciência é ainda mais ameaçada quando as decisões políticas são tomadas com base em *fake news*. Um exemplo do fenômeno da pós-verdade é evidenciado pelo Governo Federal, que tomou decisões fundamentadas em informações falsas e anticientíficas, como destacado pela microbiologista Natalia Pasternak em seu depoimento perante a Comissão Parlamentar de Inquérito (CPI), que investigou a abordagem adotada pelo governo durante a pandemia:

Isso é negacionismo, senhores. Isso não é falta de informação. Negar a ciência e usar esse negacionismo em políticas públicas não é falta de informação, é uma mentira e, no caso triste do Brasil, é uma mentira orquestrada, orquestrada pelo governo federal e pelo Ministério da Saúde (PASTERNAK, 2021, s.p.).

Portanto, a população, já imersa em uma infodemia, se depara com o Governo Federal reafirmando informações de encontro à ciência e propagando diversas *fake news* quanto ao tratamento e prevenção do coronavírus. O compartilhamento de notícias falsas por autoridades do governo, pode contribuir para o aumento de visibilidade e de uma suposta credibilidade desses relatos, comprometendo a segurança da população, visto que diante de tantas notícias e fontes, tornou-se cada vez mais difícil para o público em geral distinguir *fake news* de conhecimento científico.

1.2. Fake news e pós-verdade

O termo "*fake news*" ganhou destaque durante as eleições presidenciais dos Estados Unidos em 2016 (VAZ e COLIN, 2018) e tornou-se amplamente difundido nos anos seguintes. Sendo assim, qualquer notícia falsa ou descontextualizada passou a ser considerada uma "*fake news*" pelo público em geral. No Brasil, as eleições de 2018 também foram afetadas pela propagação de *fake news* e o país é considerado “um dos países com maior número de produção, circulação e consumo de notícias falsas do mundo” (CRUZ JUNIOR, 2018, p. 279). Segundo o Relatório da Segurança Digital no Brasil de 2018, a produção de *fake news* tende a aumentar perto de grandes acontecimentos como as eleições e a Copa do Mundo.

Apesar de não serem sinônimos, em 2016, o dicionário Oxford elegeu "pós-verdade" como a palavra do ano, conceituando a relevância das crenças pessoais no julgamento das informações. Neste estudo, abordaremos a pós-verdade como um fenômeno discursivo, conforme descrito por Siebert e Pereira (2020). De acordo com os autores, esse fenômeno vai além das notícias falsas chamadas de *fake news*, ele descreve a quantidade de informações disponíveis no mundo tecnológico e a confiança do público nelas. Siebert e Pereira (2020, p. 242) destacam que:

O termo passa a ser usado para nomear esse viver imerso em novas condições de produção de sentido. Nessa perspectiva, acreditar na informação ou classificá-la como mentirosa de imediato representa um reforço de posicionamento possibilitado pelo caráter ideológico do processo de interpretação.

Isso significa que, no mundo conectado pela internet, há um enorme fluxo de notícias que ganham destaque nas redes sociais. A repetição contínua de determinadas informações pode reforçar as ideologias de cada leitor, levando-o a acreditar naquilo que parece evidente e que está em consonância com suas crenças prévias. Esse fenômeno foi denominado "ressonância do sentido", no qual os relatos mais repetidos se destacam e são considerados mais confiáveis. Nas palavras dos autores:

O foco é a ressonância do sentido: aqueles que repetem mais vezes a informação através dos mais variados meios, de livros a postagens na internet, de piadas a artigos sérios conquistam seu espaço de ação política e o subsequente silenciamento de elementos de verdades fatuais. (SIEBERT e PEREIRA, 2020, p. 245)

Indo além de verdades e mentiras, Seixas (2019) diz que a pós-verdade é caracterizada pela falta de interesse do leitor pela checagem dos fatos:

O que ocorre, com efeito, é uma *superação do desejo de verdade* por parte dos sujeitos, ao menos da verdade divergente da sua. Por assim dizer, haveria certo desinteresse dos sujeitos em estabelecer um movimento heurístico de verificação dos fatos e das verdades, porquanto mais vale a manutenção das convicções e das identidades do que um *verificacionismo* a todo custo. (SEIXAS, 2019, p. 125, ênfase no original)

Portanto, em um contexto pandêmico e de pós-verdade, as convicções pessoais das autoridades responsáveis pela tomada de decisões em relação à prevenção e ao combate à crise sanitária têm um impacto significativo nas políticas públicas estabelecidas pelo governo. Segundo Bartelmebs, Venturi e Sousa (2021), a condução política da pandemia de covid-19 no Brasil reflete a oposição entre os conhecimentos científicos e a gestão da saúde e da sociedade. Os autores ainda afirmam que "as consequências se manifestam na perda material, nas mortes e no desastre sanitário, econômico e social" (p. 66).

Nesse cenário, a reafirmação de informações anticientíficas e o crescimento do movimento negacionista alavancado pelo Governo Federal resultam em uma quebra severa no processo de alfabetização científica da população (BARTELMEBS, VENTURI e SOUSA, 2021). A educação, em especial a científica, exerce papel fundamental nesse contexto negacionista. Portanto, o investimento na alfabetização científica dos estudantes e dos professores se mostra como um caminho profícuo para reconstruir a confiança da sociedade brasileira na ciência.

1.3. Alfabetização Científica

Na literatura brasileira, encontramos três termos que se referem ao “ensino de Ciências preocupado com a formação cidadã dos alunos para ação e atuação em sociedade” (SASSERON e CARVALHO, 2011): “Enculturação Científica” (CARVALHO e TINOCO, 2006, MORTIMER e MACHADO, 1996), “Letramento Científico” (MAMEDE e ZIMMERMANN, 2007; SANTOS e MORTIMER, 2001) e “Alfabetização Científica” (CHASSOT, 2000; LORENZETTI e DELIZOICOV, 2001).

A expressão "Enculturação Científica" é utilizada por pesquisadores que consideram necessário que os alunos internalizem a cultura científica. De maneira análoga às culturas religiosa, social e histórica, a cultura da ciência facilitaria a comunicação e possibilitaria a discussão dos temas relacionados. Já os autores que utilizam o termo "Letramento Científico" sustentam-se nos estudos linguísticos de Angela Kleiman e Magda Soares. Segundo Soares (1998)⁷ citada por Sasseron e Carvalho (2011), o letramento é “resultado da ação de ensinar ou aprender a ler e escrever: estado ou condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita” (p. 60).

Contudo, nesse estudo utilizaremos a expressão “Alfabetização Científica” fundamentada no conceito de Paulo Freire (1980) para alfabetização: “[...] é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes”. (p. 111)

Nesse sentido, a alfabetização vai além do simples ato de ler e escrever, envolvendo também a construção crítica de ideias e argumentos. Por conseguinte, consideramos que a alfabetização científica (AC) desempenha um papel primordial no processo de ensino e de aprendizagem, contribuindo para o desenvolvimento do protagonismo social consciente, em concordância com o proposto por Sasseron e Carvalho (2011, p. 61):

[...] ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico.

⁷ SOARES, Magda. Letramento: um tema em três gêneros. Belo Horizonte: Autêntica, 1998.

Por outro lado, Lorenzetti e Delizoicov (2001) defendem que a AC pode ser iniciada antes mesmo da alfabetização dos estudantes em sua língua materna. Nas palavras dos autores, “[...] partimos da premissa de que é possível desenvolver uma alfabetização científica nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental, mesmo antes do aluno dominar o código escrito” (LORENZETTI e DELIZOICOV, 2001, p.47). Eles acreditam que a AC, trabalhada desde o início da educação do estudante, contribui expressivamente no processo de aquisição da habilidade de leitura e escrita, possibilitando aos alunos expandirem sua bagagem cultural.

Já para Chassot (2003, p. 91), a ciência é uma linguagem, “assim, ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo”. Além disso, Chassot argumenta que os alfabetizados cientificamente não apenas consigam ler o universo, mas também compreendam a urgência de transformá-lo, esperançosamente, em algo melhor. Assim, o autor defende a AC em todos os níveis de escolaridade, por considerá-la “uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida” (CHASSOT, 2003, p. 91). Nas suas palavras,

Parece que se fará uma alfabetização científica quando o ensino da ciência, em qualquer nível – e, ousadamente, inclui o ensino superior, e ainda, não sem parecer audacioso, a pós-graduação –, contribuir para a compreensão de conhecimentos, procedimentos e valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber tanto as muitas utilidades da ciência e suas aplicações na melhora da qualidade de vida, quanto as limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento. (CHASSOT, 2003, p. 99)

Tendo em mente os diferentes estudiosos sobre o assunto, ao analisar pesquisas internacionais que abordam o tema da "*scientific literacy*", "*alfabetización científica*" e "*alphabétisation scientifique*", além de estudos nacionais que se referem a "enculturação científica", "letramento científico" e "alfabetização científica", Sasseron e Carvalho (2011) concluem que as pesquisas convergem no que diz respeito aos objetivos mencionados anteriormente, que são atribuídos ao ensino fundamentado na AC.

Entretanto, é importante ressaltar que a AC possui objetivos específicos que estão diretamente relacionados com a realidade de cada escola, tornando impossível a definição de um "modelo universal para a implementação prática da alfabetização científica em salas de aula" (SASSERON e CARVALHO, 2011, p. 65). Dessa forma, a AC está intimamente ligada à formação do indivíduo, capacitando-o para uma participação crítica e consciente em seu contexto social, econômico e cultural.

Embora os pesquisadores concordem com os objetivos da AC, eles apresentam diferentes perspectivas sobre as habilidades consideradas necessárias em indivíduos alfabetizados cientificamente. Por isso, pesquisadores como Sasseron e Carvalho (2011) e Pizarro e Lopes Junior (2015) publicaram sobre eixos estruturantes, ou seja, os pilares para a AC, e sobre indicadores, as manifestações do desenvolvimento da AC nos alunos.

1.4. Eixos estruturantes da Alfabetização Científica

Em seu trabalho de revisão, Sasseron e Carvalho (2011) definiram *Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica* que englobam as habilidades analisadas em seus estudos. Nas palavras das autoras:

É interessante notar também que, embora haja listas diferentes sobre tais habilidades, os pontos discutidos nos trabalhos desta revisão, em seu âmago, explicitam informações comuns que nos permitem afirmar a existência de convergências entre as diversas classificações. [...] Demos o nome de ***Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica*** para esses grupos pois, em nosso entendimento, esses três eixos são capazes de fornecer bases suficientes e necessárias de serem consideradas no momento da elaboração e planejamento de aulas e propostas de aulas. (SASSERON e CARVALHO, 2011, p. 75, ênfase no original)

O primeiro eixo estruturante está relacionado com a *compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais*. Este eixo se preocupa com a construção dos conhecimentos científicos em sala de aula de maneira que os alunos consigam aplicá-los no cotidiano e interpretar informações rotineiras por meio deles.

O segundo eixo está relacionado à *compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática*. De acordo com Sasseron e Carvalho (2011), este eixo aborda a “ideia de ciência como um corpo de conhecimentos em constantes transformações por meio do processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam saberes” (p. 75). Além disso, também aborda a dimensão humana e social da ciência, fornecendo base para o debate sobre esse caráter da ciência em sala de aula.

O terceiro eixo da AC diz respeito ao *entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente*. Esse eixo enfatiza a importância de explorar a interconexão entre essas áreas e compreender que a aplicação do conhecimento em uma dessas esferas tem consequências nas demais. É necessário reconhecer que as ações e decisões tomadas em relação à ciência e à tecnologia podem impactar a sociedade e o meio ambiente.

Para Sasseron e Carvalho (2011), a consideração dos três Eixos Estruturantes para o planejamento didático é capaz de promover um ensino voltado para a AC. Na busca de um ensino fundamentado na AC, surgiu a necessidade de acompanhar as habilidades desenvolvidas pelos estudantes nos três Eixos Estruturantes por meio de indicadores.

1.5. Indicadores de Alfabetização Científica

Os indicadores de AC, de acordo com Sasseron e Carvalho (2008), sinalizam se as habilidades necessárias para a AC estão sendo abordadas com os alunos. Segundo as autoras, esses indicadores devem ser observados durante as aulas de Ciências e podem evidenciar o desenvolvimento da AC nos estudantes. Em outras palavras, por meio dos indicadores é possível acompanhar o processo de AC.

Os indicadores já eram trabalhados por Sasseron e Carvalho (2008) e as autoras defendem que

Nossos *indicadores* têm a função de nos mostrar algumas destrezas que devem ser trabalhadas quando se deseja colocar a AC em processo de construção entre os alunos. Estes indicadores são algumas competências próprias das ciências e do fazer científico: competências comuns desenvolvidas e utilizadas para a resolução, discussão e divulgação de problemas em quaisquer das Ciências quando se dá a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levem ao entendimento dele. (SASSERON e CARVALHO, 2008, p. 338, ênfase no original)

Os indicadores apresentados por elas são agrupados em três categorias: trabalho com dados obtidos em uma investigação, que envolve seriação, organização e classificação de informações; estruturação do pensamento, que inclui raciocínio lógico e proporcional; e procura do entendimento da situação analisada, que abrange levantamento de hipóteses, teste de hipóteses, justificativa, previsão e explicação (SASSERON E CARVALHO, 2008, p. 338-339).

Pizarro e Lopes Junior (2015) realizaram uma análise que compreendeu 32 artigos de diferentes periódicos presentes no banco de dados Qualis Periódicos da CAPES. Os autores utilizaram a metodologia da Análise de Conteúdo desenvolvida por Bardin (1977) para identificar, categorizar e interpretar o conteúdo dos artigos selecionados, organizando os resultados nos três grupos mencionados. Além disso, no referido estudo, Pizarro e Lopes Junior (2015) propuseram novos indicadores de AC, embasando a sua proposta na compilação

dos artigos analisados em cada periódico, juntamente com as ações geradoras dos indicadores de AC.

As ações geradoras são interações dos alunos que os autores utilizaram como base para propor novos indicadores que englobassem as habilidades identificadas. Algumas das ações destacadas pelos autores incluem: “Ler o ‘mundo’ e valorizar os saberes adquiridos em suas experiências de vida”; “Dar sentido às Ciências em suas práticas sociais, ampliando seus conhecimentos e cultura enquanto cidadão inserido em sociedade”; “Fazer uso dos conhecimentos em Ciências adquiridos na escola para promover ações, tomar posicionamentos e atitudes mais amplos na esfera social”. (PIZARRO e LOPES JUNIOR, 2015)

Pensando nos diversos indicadores possíveis para AC, Pizarro e Lopes Junior (2015) classificaram os trabalhos analisados em três categorias, de acordo com os indicadores propostos: (a) *habilidades dos alunos*, (b) *argumentação dos alunos* e (c) *implicações sociais*.

O grupo (a) *habilidades dos alunos* contempla os artigos que tratam indicadores como habilidades cognitivas, de leitura e de escrita. Essas habilidades estão relacionadas à capacidade do aluno de estabelecer conexões entre diversas situações e os conhecimentos científicos construídos em sala de aula, reconhecer a presença da ciência em diferentes fontes de informação, bem como realizar a organização e o tratamento de dados registrados.

Já o grupo (b) *argumentação dos alunos*, engloba os indicadores que valorizam o posicionamento dos alunos, a defesa de suas ideias e a fundamentação de seus argumentos nos conteúdos estudados. Para os autores,

Entendemos que muitos podem pensar que a argumentação poderia estar também entre os trabalhos que discutem habilidades dos alunos, porém é necessário destacar que, além do número de trabalhos sobre o tema ser bem significativo e específico, reconhecemos que ter a liberdade e/ou a iniciativa de argumentar diante dos colegas e do professor é um exercício que precisa ser priorizado e valorizado a longo prazo. (PIZARRO e LOPES JUNIOR, 2015, p. 212)

Consideramos esse grupo especialmente importante pela falta de espaço dada à expressão dos alunos no ensino tradicional. Além do mais, a argumentação é uma habilidade que pode ser difícil de ser desenvolvida, mas que deve ser utilizada ao longo da vida do aluno. Sendo assim, neste trabalho, analisaremos atentamente os indicadores relacionados à argumentação e ao posicionamento dos estudantes diante de situações controversas.

Por fim, no grupo (c) *implicações sociais* estão os trabalhos que, segundo Pizarro e Lopes Junior (2015), “apontam a ação em sociedade como elemento indissociável do aprender

Ciências” (p. 212). Além disso, enfatizam a importância da participação consciente e coerente na vida em sociedade, destacando os conhecimentos científicos como base para uma relação harmoniosa com a comunidade e o meio ambiente.

Contudo, após revisão e análise, Pizarro e Lopes Junior (2015) propuseram os seguintes indicadores a serem considerados em adição aos indicadores previamente definidos por Sasseron e Carvalho (2008), apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Indicadores de Alfabetização Científica na perspectiva social propostos por Pizarro (2014) a partir do levantamento bibliográfico

Indicadores de Alfabetização Científica	Nossa definição
Articular ideias	Surge quando o aluno estabelece relações, seja oralmente ou por escrito, entre o conhecimento teórico aprendido em sala de aula, a realidade vivida e o meio ambiente no qual está inserido.
Investigar	Ocorre quando o aluno se envolve em atividades nas quais ele necessita apoiar-se no conhecimento científico adquirido na escola (ou até mesmo fora dela) para tentar responder a seus próprios questionamentos, construindo explicações coerentes e embasadas em pesquisas pessoais que leva para a sala de aula e compartilha com os demais colegas e com o professor.
Argumentar	Está diretamente vinculado com a compreensão que o aluno tem e a defesa de seus argumentos, apoiado, inicialmente, em suas próprias ideias, para ampliar a qualidade desses argumentos a partir dos conhecimentos adquiridos em debates em sala de aula, e valorizando a diversidade de ideias e os diferentes argumentos apresentados no grupo.
Ler em Ciências	Trata-se de realizar leituras de textos, imagens e demais suportes para o reconhecimento de características típicas do gênero científico e para articular essas leituras com conhecimentos prévios e novos, construídos em sala de aula e fora dela.
Escrever em Ciências	Envolve a produção de textos pelos alunos que considera não apenas as características típicas de um texto científico, mas avança também no posicionamento crítico diante de variados temas em Ciências e articulando, em sua produção, os seus conhecimentos, argumentos e dados das fontes de estudo.
Problematizar	Surge quando é dada ao aluno a oportunidade de questionar e buscar informações em diferentes fontes sobre os usos e

	impactos da Ciência em seu cotidiano, na sociedade em geral e no meio ambiente.
Criar	É explicitado quando o aluno participa de atividades em que lhe é oferecida a oportunidade de apresentar novas ideias, argumentos, posturas e soluções para problemáticas que envolvem a Ciência e o fazer científico discutidos em sala de aula com colegas e professores.
Atuar	Aparece quando o aluno compreende que é um agente de mudanças diante dos desafios impostos pela Ciência em relação à sociedade e ao meio ambiente, tornando-se um multiplicador dos debates vivenciados em sala de aula para a esfera pública.

Fonte: Pizarro (2014, p. 92-93)

De acordo com Pizarro e Lopes Junior (2015, p. 234), “pode parecer que muitos desses indicadores estejam subentendidos naqueles propostos por Sasseron (2008)”, no entanto, há uma tentativa de ampliar as oportunidades de expressão da AC pelos estudantes. Em um contexto de sala de aula, é crucial que os docentes estejam atentos às manifestações e atividades desenvolvidas por seus alunos, a fim de reconhecer os processos de alfabetização.

1.6. A Alfabetização Científica e a formação de professores de Química

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química, as universidades públicas têm o papel de adaptar suas funções e responsabilidades de acordo com as demandas da sociedade em que estão inseridas:

Como produtora de saber formadora de intelectuais, docentes, técnicos e tecnólogos, a universidade contribui para a construção contínua do mundo e sua configuração presente. Por outro lado, sua amplitude e abrangência organizacional e possibilidade de ação resultam do modelo de país no qual se insere e das respectivas políticas educacionais. Assim, verificado este novo momento histórico, esta nova complexidade vivencial, veloz e mutante, a universidade brasileira precisa repensar-se, redefinir-se, instrumentalizar-se para lidar com um novo homem de um novo mundo, com múltiplas oportunidades e riscos ainda maiores. Precisa, também, ser instrumento de ação e construção desse novo modelo de país. (BRASIL, 2001a, p.1)

Dessa forma, além da atenção dos professores em relação aos processos de AC de seus alunos, é fundamental que os próprios docentes estejam preparados para lidar com a realidade socioeducacional brasileira em constante transformação. A ruptura no processo de AC da população, causada pela pandemia de covid-19, tem impacto significativo no sistema

educacional, como destacado por Bartelmebs, Venturi e Sousa (2021, p. 66): "Os efeitos desse movimento negacionista, associado ao avanço do conservadorismo nas sociedades, inevitavelmente alcançam as escolas, que precisam lidar com o processo de alfabetização científica de alunos que já estão imersos nessas questões".

Diante disso, os autores argumentam que é dever dos professores e dos formadores de professores recuperar o espaço em um cenário permeado por decisões baseadas em conhecimentos de senso comum, negacionismo, anticientificismo e pseudociência (BARTELMEBS, VENTURI e SOUSA, 2021, p. 71). Além disso, eles atribuem à Educação em Ciências a responsabilidade de:

[...] formar cidadãos com conhecimentos e valores que lhes permitam lutar contra um mundo pós-verdadeiro e contribuir com o restabelecimento da confiança em mundo baseado nos fatos. A área de Educação em Ciências, como campo de pesquisas e práticas, precisa fundamentar-se e ocupar-se do desenvolvimento de estratégias teórico-metodológicas, políticas públicas e construção de currículos contextualizados que favoreçam compreensões sobre a ciência e sobre o fazer ciência. (BARTELMEBS, VENTURI e SOUSA, 2021, p. 71)

Nesse contexto, destacamos a relevância da AC na formação dos docentes. É fundamental que os professores criem um ambiente propício para a AC de seus estudantes. No entanto, Lorenzetti e Delizoicov (2001) afirmam que a escola, por si só, não pode promover a AC completa dos alunos. Com isso em mente, os autores mencionam a responsabilidade do professor em facilitar um processo mais autônomo e contínuo: "Se a escola não pode proporcionar todas as informações científicas que os cidadãos necessitam, deverá, ao longo da escolarização, propiciar iniciativas para que os alunos saibam como e onde buscar os conhecimentos que necessitam para a sua vida diária" (p. 51).

Como possibilidade de complementar a AC realizada na escola, Lorenzetti e Delizoicov (2001) discorrem sobre os espaços informais de ensino, como museus e zoológicos, que podem contribuir para ampliar as vivências culturais dos alunos por meio de atividades pedagógicas realizadas nesses ambientes. Além disso, os professores devem instruir os estudantes sobre o uso da internet, da televisão e de bibliotecas para pesquisa e estudos buscando ampliar as fontes de informações e de verificação de notícias.

Por outro ponto de vista, Chassot (2003) ressalta que a AC na formação de professores é um tema controverso quando se trata da necessidade de "procurar uma *ciência da escola* (= o saber escolar [...]) e uma *ciência da universidade* (= saber acadêmico)" (CHASSOT, 2003, p. 91, ênfase no original). Segundo o autor, os saberes escolares não são produzidos

exclusivamente para a escola, mas são transposições de conhecimentos que visam atingir os objetivos sociais da educação.

Nesse sentido, Lemke (2006) aborda as diferenças entre os níveis de ensino e as adaptações que precisam ser consideradas em cada um dos níveis, conforme as idades dos estudantes: “com os alunos mais jovens, devemos trabalhar para criar um envolvimento mais profundo com a grandiosidade dos fenômenos naturais. Com alunos mais velhos, precisamos apresentar uma imagem mais honesta tanto dos usos nocivos quanto dos usos benéficos da ciência”. (LEMKE, 2006, p. 6, tradução nossa)

As ideias apresentadas por Lemke (2006) reforçam o que Chassot (2003) levanta ao defender a importância da AC em todos os níveis de ensino, inclusive no ensino superior. O autor argumenta que não é mais viável propor um ensino de ciências sem abordar componentes que considerem os aspectos sociais e pessoais dos estudantes. No entanto, ele observa que muitos profissionais da área ainda mostram resistência em abordar o ensino superior sob essa perspectiva. Apesar disso, enfatiza que a formação voltada para a AC dos professores contribui para a integração do conhecimento acadêmico e escolar, bem como para a possibilidade de aproximação entre o saber popular e o saber escolar (CHASSOT, 2003).

A partir da aproximação dos conhecimentos, é possível pensar em um ensino de ciências com diferentes facetas que englobem contextos sociais, políticos e ambientais para enriquecer a formação dos professores e a AC de seus futuros alunos. Nas palavras de Chassot (2003, p. 97):

[...] um ensino de ciências que contemple aspectos históricos, dimensões ambientais, posturas éticas e políticas, mergulhadas na procura de saberes populares e nas dimensões das etnociências - proposta que traz vantagens para uma alfabetização científica mais significativa, como também confere dimensões privilegiadas para a formação de professoras e professores.

Acreditamos, por fim, que esse ensino de ciências é capaz de contribuir enormemente para a formação dos professores, capacitando-os a criar ambientes de ensino propícios ao desenvolvimento da AC de seus alunos. Nesse sentido, o ensino com enfoque sociocientífico pode desenvolver o pensamento crítico nos estudantes de modo a questionar o negacionismo científico e promover a valorização da ciência.

Diante disso e, em busca por alcançar o objetivo proposto neste trabalho, passamos para a metodologia da pesquisa a ser realizada no âmbito deste Trabalho de Conclusão de Curso.

CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA

Neste capítulo, apresentamos a estruturação da pesquisa, de natureza qualitativa, na qual pretende-se investigar em que medida os futuros professores de Química são alfabetizados cientificamente diante de um contexto negacionista da ciência. Nesse cenário, descreveremos a constituição do *corpus* de análise, que inclui a caracterização do contexto e sujeitos de pesquisa, bem como as etapas e instrumentos de coleta de dados utilizados para inferir, a partir dos indicadores de AC como critérios estabelecidos a *priori*, uma correlação desses indicadores com as crenças dos licenciandos em Química sobre o papel do professor na sala de aula.

2.1. Abordagem qualitativa

Segundo Pitanga (2020), o método é considerado como um componente da pesquisa, relacionado principalmente à dimensão técnico-instrumental. Já a abordagem (quantitativa ou qualitativa) está vinculada ao contexto histórico e filosófico da pesquisa. Conforme o autor:

Enquanto o método se restringe a opções relacionadas, como: instrumentos e tratamentos dos dados coletados, a abordagem refere-se a uma decisão que envolve: o problema de pesquisa, os objetivos traçados, o método escolhido e a validação dos dados obtidos, num processo interconectado e retroalimentado como em um círculo recursivo. (PITANGA, 2020, p. 189)

A definição de um tipo de abordagem deve considerar diversos elementos: “Enfoque da interpretação do objeto investigado; Importância do contexto do objeto pesquisado; Proximidade do pesquisador; Alcance do tempo de estudo; Quantidade de fontes de dados; Ponto de vista do pesquisador; Quadro teórico e hipóteses” (PITANGA, 2020, p. 195).

Para Minayo (2012), existem quatro termos estruturantes para a pesquisa qualitativa: experiência, vivência, senso comum e ação. A autora destaca que o termo experiência se refere “ao que o ser humano apreende no lugar que ocupa no mundo e nas ações que realiza”, contribuindo para a compreensão da sua personalidade (MINAYO, 2012, p. 622). Já a vivência é tratada por Minayo como o resultado da reflexão interna sobre a experiência, sendo o que diferencia as percepções das pessoas com as mesmas experiências de vida.

Por sua vez, o senso comum seria a expressão dos dois termos anteriores. Segundo a autora, "é a base do entendimento humano. Dado o seu caráter de expressão das experiências e vivências, o senso comum é fundamental para os estudos qualitativos" (MINAYO, 2012, p. 622). O quarto termo estruturante é a ação, que representa a atitude dos seres humanos diante de suas vivências. Minayo (2012, p. 622) afirma que "a ação (humana e social) pode ser definida como o exercício dos indivíduos, dos grupos e das instituições para construir suas vidas e os artefatos culturais, a partir das condições que eles encontram na realidade".

Na análise qualitativa, a compreensão e a interpretação são aspectos fundamentais. De acordo com Minayo (2012), a compreensão precede a interpretação. A autora argumenta que, para compreender é necessário levar em consideração as subjetividades dos indivíduos, uma vez que estas são expressões pessoais de suas vivências como seres inseridos em um contexto histórico, social e cultural coletivo. Após a compreensão, é possível realizar interpretações e desenvolver ideias com base nas informações compreendidas. Assim, "interpretar é um processo contínuo que sucede a compreensão e também está presente nela: toda compreensão carrega consigo a possibilidade de interpretação, ou seja, de apropriação do que foi compreendido" (MINAYO, 2012, p. 623).

Com base no objetivo desta pesquisa, que é analisar a AC de futuros professores de Química por meio dos indicadores de AC, e levando em conta a necessidade de interpretar o contexto e o desenvolvimento dos professores em formação, adotamos uma abordagem qualitativa.

2.2. Contexto da pesquisa

O estudo foi realizado em uma turma da disciplina de Didática da Química (DQ) da Universidade de Brasília (UnB), um componente curricular obrigatório ofertado no 5º período do curso de Licenciatura em Química, com carga horária total de 60 horas, sendo 30 horas destinadas para atividades teóricas e 30 horas para o desenvolvimento de atividades práticas.

A disciplina prevê estudos sobre os aspectos fundamentais da didática que permeiam as questões: Por que ensinar? O que ensinar? Como ensinar? Para tanto, são trabalhados aspectos da prática educativa conforme Zabala (2014) no que se refere aos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, bem como a estruturação de atividades pedagógicas nas sequências de ensino. Quanto às metodologias de ensino, são abordados os pressupostos teóricos dos Três Momentos Pedagógicos, propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011). Com base nesses estudos, os estudantes, orientados pela docente, desenvolvem uma

proposta pedagógica voltada ao ensino de Química no nível médio. No semestre em que o estudo foi feito, a disciplina previa a realização de uma atividade de extensão ministrada pelos alunos matriculados em DQ, na qual receberia-se alunos de escolas da Educação Básica do Distrito Federal para a aplicação das propostas construídas durante o semestre.

Usualmente, tem-se entre 15 e 20 alunos matriculados por semestre na disciplina. Os perfis mais comuns são de alunos que recentemente migraram para o curso de Licenciatura e de licenciandos que ainda não possuem experiência em sala de aula. Além disso, é importante ressaltar que nos semestres letivos pós-pandemia há um grande número de alunos que cursaram parte das disciplinas no formato de ensino remoto emergencial (ERE). Apesar disso, DQ é ofertada para estudantes que já cursaram com êxito as disciplinas de Química Analítica, Fundamentos de Química Orgânica e Fundamentos de Ensino de Química, dessa forma, acreditamos que os futuros professores matriculados na disciplina têm o arcabouço teórico e prático necessário para o desenvolvimento das atividades docentes e análise de indicadores de AC, contribuindo significativamente com o estudo.

A coleta de dados desta pesquisa foi feita por meio de uma intervenção que consiste em três aulas, totalizando seis horas, na disciplina de DQ. As atividades foram divididas em quatro etapas. A primeira etapa tinha como objetivo mapear as habilidades de alfabetização científica dos licenciandos, além de analisar as percepções sobre o papel da ciência e a credibilidade das informações divulgadas na mídia. Após isso, na segunda etapa, os alunos foram divididos em grupos para discussão de um tema relacionado ao contexto da pandemia e ao negacionismo científico.

Com base nas discussões e registros dos grupos, a etapa 3 se constituiu de um debate sobre as questões propostas na etapa anterior. Na quarta e última etapa, a partir das respostas dadas na etapa 1, a intervenção foi finalizada com a retomada das concepções sobre o papel da ciência apresentadas pelos licenciandos e com uma discussão coletiva sobre esses aspectos. Para cada atividade da intervenção, foi definido um instrumento para coleta de dados, visando a obtenção de informações relevantes para a análise da alfabetização científica dos licenciandos.

2.3. Instrumentos de coleta de dados

Com base nos objetivos específicos da pesquisa, definimos os instrumentos de coleta de dados para cada momento da intervenção didática planejada. Para o mapeamento inicial das concepções dos licenciandos sobre o papel da ciência e a credibilidade das informações

divulgadas na mídia, utilizamos o questionário TOSLS (*Test of Scientific Literacy Skills*), (Anexo A), que em tradução literal significa “teste de habilidades de letramento científico”. Esse questionário foi desenvolvido por Gormally, Brickman e Lutz (2012) com objetivo de mensurar a capacidade dos estudantes de reconhecer e julgar métodos de investigação que levam ao conhecimento científico e de analisar e interpretar dados e informações da ciência.

O questionário TOSLS é constituído por 28 questões objetivas que “mesclam conhecimentos abordados tanto nas ciências e saberes matemáticos básicos como também habilidades de verificar se determinadas fontes de informações são confiáveis” (SOUSA, 2019, p. 30). Cada grupo de questões visa avaliar habilidades específicas de alfabetização científica estabelecidas pelas autoras, que serão utilizadas como critério de análise, conforme apresentado no tópico seguinte (GORMALLY, BRICKMAN e LUTZ, 2012).

O segundo momento foi motivado pela discussão acerca da prescrição de medicamentos ineficazes contra a covid-19 com um discurso que relaciona, de maneira equivocada, conceitos científicos, causando impactos significativos na história do país nos anos subsequentes. Por meio de um vídeo e de uma reportagem do período de pandemia, os alunos foram reunidos em grupos para discutir seus posicionamentos individuais e coletivos, registrando suas visões em um roteiro (Apêndice A) disponibilizado pela pesquisadora, constituindo-se como um instrumento de análise. O objetivo da etapa 2 ter sido desenvolvida em grupo era que os alunos conseguissem organizar suas ideias e opiniões para participarem da discussão coletiva proposta na etapa posterior

Para socializar as ideias registradas, realizamos um debate sobre o tema trabalhado e discutido pelos grupos na etapa anterior. Esse momento foi registrado em um diário da pesquisadora e, para garantir a integridade das visões apresentadas pelos alunos, com autorização prévia, foi gravado em áudio e/ou vídeo. Os licenciandos tiveram a oportunidade de se posicionar diante das informações apresentadas como motivação da atividade. Esse momento foi conduzido pela pesquisadora, que seguiu o roteiro utilizado na etapa 2 para orientar e incentivar o debate em sala de aula.

Por fim, o último momento da intervenção foi baseado na retomada do questionário TOSLS aplicado inicialmente. Nessa etapa, os licenciandos, a professora da disciplina e a pesquisadora puderam discorrer sobre as perguntas e responder as dúvidas que surgiram quanto ao questionário, bem como proporcionar a reflexão sobre os pontos abordados e as habilidades de AC identificadas nas respostas dos alunos. No Quadro 2, é apresentada uma

síntese que relaciona os objetivos específicos da pesquisa com os instrumentos de coleta de dados utilizados para analisá-los durante a intervenção didática.

Quadro 2. Objetivos específicos da pesquisa e os instrumentos de coleta de dados utilizados para analisá-los

Objetivo	Instrumento de coleta de dados
Identificar as habilidades de alfabetização científica dos licenciandos	Questionário TOSLS
Reconhecer e classificar as ações geradoras de indicadores de alfabetização científica expressas em uma intervenção didática em um curso de licenciatura em Química	Roteiro de atividades para registro e gravações do debate
Relacionar os indicadores manifestados com as crenças dos licenciandos acerca do papel do professor em sala de aula	Consideração das propostas desenvolvidas pelos alunos na atividade final da disciplina

Fonte: autora (2023)

2.4. Tratamento e análise de dados

A partir dos instrumentos de coleta de dados, foram estabelecidas ferramentas para analisar os dados obtidos em cada etapa da intervenção didática. Segundo Sousa (2019, p. 30), “os primeiros estudos utilizando o TOSLS fizeram com que os autores identificassem duas categorias que englobassem competências e cada categoria possui um conjunto de habilidades”, que são mostradas no Quadro 3.

Quadro 3. Descrição das categorias e habilidades a serem avaliadas e suas respectivas questões no TOSLS

CATEGORIA 1	Compreender métodos de investigação que levam a conhecimentos científicos.		
Habilidade	Questões	Explicação da habilidade	Exemplos de desafios comuns e concepções erradas de estudantes
H1. identificar um argumento científico válido	1, 8, 11	Reconhecer o que se qualifica como evidência científica e quando a mesma sustenta uma hipótese.	Incapacidade de vincular afirmações corretamente como evidências científicas e considerá-las como suporte para argumentos científicos.

H2. avaliar a validade das fontes	10, 12, 17, 22, 26	Distinguir entre tipos de fontes; identificar viés, autoridade e confiabilidade.	Incapacidade de identificar problemas de precisão e credibilidade.
H3. avaliar o uso e uso indevido de informações científicas	5, 9, 27	Reconhecer um curso científico válido e ético e identificar o uso apropriado da ciência pelo governo, pela indústria e pela mídia, livre de preconceitos e pressão econômica e política para tomar decisões na sociedade.	Crenças políticas predominantes podem ditar como as descobertas científicas são usadas. Todos os lados de uma controvérsia devem receber o mesmo peso, independentemente de sua validade.
CATEGORIA 2	Organizar, analisar e interpretar os dados quantitativos e informação científica.		
Habilidade	Questões	Explicação da habilidade	Exemplos de desafios comuns e concepções erradas de estudantes
H4. Compreender os elementos da pesquisa e como eles impactam as conclusões científicas	4, 13, 14	Identificar os pontos fortes e fracos no design da pesquisa relacionados ao viés, tamanho da amostra, randomização e controle experimental.	Incompreensão em um projeto de estudo particular. Falta geral de compreensão de elementos de boa concepção de pesquisa.
H5. Criar representações gráficas de dados	15	Identificar o formato apropriado para a representação gráfica dos dados, de acordo com o tipo específico de dados.	Gráficos de dispersão mostram diferenças entre grupos. Gráficos de dispersão são melhores para representar médias, porque o gráfico mostra o intervalo inteiro de dados.
H6. Ler e interpretar representações gráficas de dados	2, 6, 7, 18	Interpretar dados apresentados graficamente para concluir sobre os resultados do estudo.	Dificuldade em interpretar gráficos. Incapacidade de corresponder a padrões de crescimento (por exemplo, linear ou exponencial) com forma de gráfico.
H7. Resolver problemas usando habilidades quantitativas, incluindo probabilidade e estatística	16, 20, 23	Calcular probabilidades, porcentagens e frequências para tirar uma conclusão.	Adivinhando a resposta correta sem poder explicar operações matemáticas básicas.

H8. Compreender e interpretar estatísticas básicas	3, 19, 24	Compreender a necessidade de estatísticas para quantificar a incerteza nos dados.	Falta de familiaridade com a função da estatística e com a incerteza científica. As estatísticas provam que os dados estão corretos ou são verdadeiros.
H9. Justificar inferências, previsões e conclusões com base em dados quantitativos	21, 25, 28	Interpretar dados e criticar projetos experimentais para avaliar hipóteses e reconhecer falhas em argumentos.	Tendência a interpretar mal ou ignorar dados gráficos ao desenvolver uma hipótese ou avaliar um argumento.

Fonte: Sousa (2019, p. 30-32)

As habilidades apresentadas no Quadro 3 foram utilizadas para analisar as respostas dos alunos e para avaliar suas percepções quanto ao papel da ciência e à confiabilidade das informações divulgadas na mídia. É importante ressaltar que o questionário TOSLS é um teste escrito e possui suas limitações, no entanto, constitui-se como um instrumento de pesquisa construído e validado com objetivo de avaliar habilidades relacionadas à AC (VIZZOTTO, 2021). Além disso, conforme o autor, esse instrumento foi utilizado majoritariamente no contexto de graduação e com professores, o que justifica a escolha desse instrumento para o público que investigaremos.

Na segunda etapa da intervenção, analisamos os registros resultantes das reflexões dos estudantes em grupos. Já o debate, por sua vez, após gravado, passou por uma análise fluante na qual foram selecionados episódios de ensino para serem transcritos e analisados. Nas duas etapas mencionadas, buscamos identificar ações geradoras de indicadores de AC, para relacioná-las aos indicadores apresentados no Quadro 1 que foram propostos por Pizarro (2014): articular ideias; investigar; argumentar; ler em ciências; escrever em ciências; problematizar; criar e atuar.

Para acompanhar o progresso dos alunos ao longo do semestre de forma mais ampla e alcançar o terceiro objetivo específico desta pesquisa, também consideramos as propostas elaboradas pelos licenciandos ao final do semestre letivo. Buscando, assim, mensurar como a AC dos professores e suas crenças em relação ao papel social do professor influenciam na prática pedagógica. Cabe salientar que a análise dos questionários e de todos os demais instrumentos utilizados nesta pesquisa foram complementadas pela compreensão e

interpretação do contexto da turma de DQ, por meio de observações realizadas antes, durante e após a aplicação da intervenção e registradas no diário da pesquisadora.

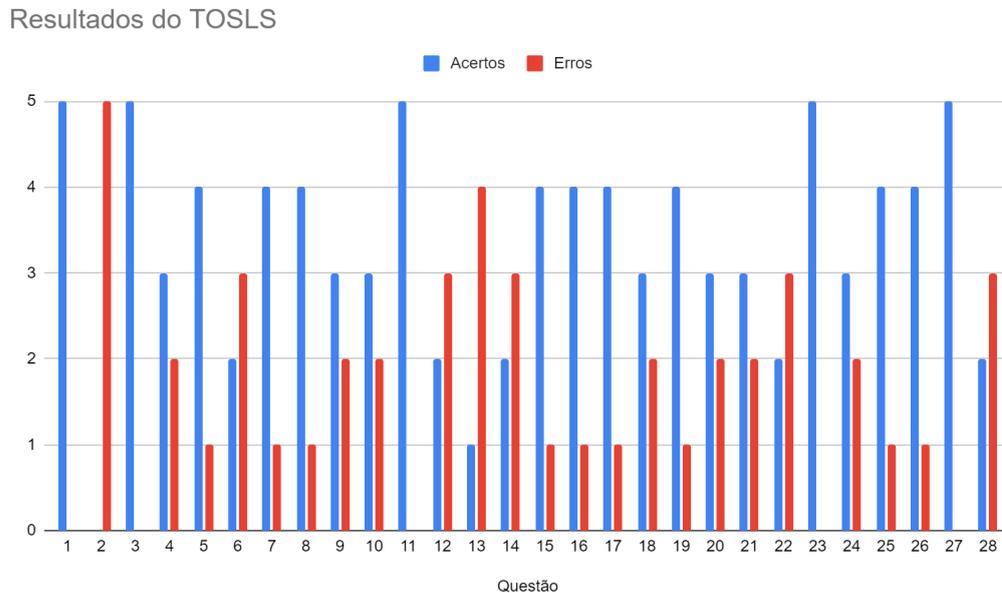
CAPÍTULO 3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, serão apresentadas as análises dos dados obtidos a partir da aplicação da pesquisa, realizada em três momentos na turma de Didática da Química do segundo semestre de 2023 na Universidade de Brasília. Inesperadamente, nesse semestre, ainda por impactos da pandemia no fluxo acadêmico dos estudantes, havia cinco pessoas matriculadas na disciplina. Entretanto, a participação entusiasmada dos licenciandos na pesquisa e nos debates possibilitou a realização do estudo mesmo com um número reduzido de sujeitos. Salientamos que os estudantes foram consultados e concordaram em participar da pesquisa e para preservar suas identidades utilizamos uma codificação para identificação das respostas dadas nos instrumentos de coleta de dados, que são apresentados a seguir.

3.1. Resultados do questionário TOSLS

Como planejado, o primeiro momento foi destinado à resposta do questionário *Test of Scientific Literacy Skills* (TOSLS), em tradução literal “teste de habilidades de letramento científico”. O questionário composto por 28 questões objetivas aborda nove habilidades conforme já apresentado no Quadro 3. As habilidades podem ser divididas em duas categorias, quais sejam: 1. Compreender métodos de investigação que levam a conhecimentos científicos; 2. Organizar, analisar e interpretar os dados quantitativos e informações científicas.

O Gráfico 1 mostra o número de acertos e de erros de cada questão do questionário TOSLS. É possível observar que cinco questões tiveram 100% de acertos (1, 3, 11, 23 e 27), enquanto a questão 2 teve todas as respostas erradas e, junto a essa, outras seis questões tiveram mais erros do que acertos: 6, 12, 13, 14, 22 e 28.

Gráfico 1. Resultados do TOSLS

Fonte: autora (2023)

Para análise aprofundada das habilidades, dividiremos as observações nas categorias propostas pelas autoras do teste. A categoria 1, envolve as habilidades: H1. identificar um argumento científico válido; H2. avaliar a validade das fontes; H3. avaliar o uso e uso indevido de informações científicas. O Quadro 4 apresenta os resultados dos alunos nas questões que tratam de cada uma dessas habilidades.

Quadro 4. Porcentagem de acertos das questões que tratam das habilidades da categoria 1 do TOSLS

Habilidade	Questão	Acertos (0 - 5)	Porcentagem de acertos da habilidade (%)
H1. identificar um argumento científico válido	1	5	93,33
	8	4	
	11		
H2. avaliar a validade das fontes	10	3	60
	12	2	
	17	4	

	22	2	
	26	4	
H3. avaliar o uso e uso indevido de informações científicas	5	4	80
	9	3	
	27	5	

Fonte: autora (2023)

As respostas dos licenciandos indicam que a habilidade 1 (H1) e 3 (H3) são as mais desenvolvidas entre os participantes da pesquisa, respectivamente. A partir de aproximações nos objetivos originais do questionário TOSLS, é possível relacionar habilidade de identificar um argumento científico válido com o contexto de pós-verdade abordado nesse trabalho, uma vez que o enfrentamento das *fake news* passa pela verificação do embasamento científico das informações recebidas. Além disso, julgar criticamente o uso e o propósito das informações científicas veiculadas é importante para entender o objetivo do compartilhamento das notícias.

Por outro lado, a habilidade 2 (H2), teve 60% de acertos e trata sobre a avaliação da validade das fontes. Essa habilidade se configura como fundamental no contexto da pandemia em que, ao vivenciar simultaneamente uma infodemia, tornou-se crucial julgar além da informação propriamente dita, a fonte pela qual essa informação era propagada. Salientamos que essa habilidade denota a importância de que o sujeito tenha um pensamento crítico para avaliar o contexto como um todo antes de tomar para si ou mesmo difundir informações sobre determinado assunto.

Dentre as questões que tiveram menor percentual de acertos, destacamos a questão 22 que trata sobre a prescrição de um medicamento novo, conforme apresentado na Figura 1. Em geral, os licenciandos apresentam maior confiabilidade na bula e no site do fabricante do que em estudos científicos realizados por pesquisadores independentes (resposta esperada para essa questão).

Figura 1. Questão 22 do questionário TOSLS

22. O seu médico prescreveu um medicamento que é completamente novo. A droga tem alguns efeitos colaterais, assim, é necessário fazer uma pesquisa para determinar a eficácia da nova droga em comparação com os medicamentos similares no mercado. Qual das seguintes fontes fornece informações mais confiáveis?

- a) Bula/site do fabricante da droga
- b) Uma característica especial sobre a droga no noticiário noturno
- c) Estudo realizado por pesquisadores independentes
- d) Informações de um amigo de confiança que tomou a droga por seis meses

Fonte: Gormally, Brickman e Lutz (2012)

Essa é uma situação muito semelhante à vivenciada, por exemplo, nas prescrições de medicações para a covid-19, e evidenciam que os futuros professores confiam mais no fabricante do medicamento do que em estudos científicos. Isso pode denotar uma percepção ingênua dos interesses econômicos de farmacêuticas ou mesmo o termo “pesquisadores independentes” pode ter causado uma interpretação de que se os pesquisadores não estão vinculados a uma instituição confiável de pesquisa podem apresentar influências de natureza externa à própria ciência.

Já com relação às habilidades da categoria 2: H4. Compreender os elementos da pesquisa e como eles impactam as conclusões científicas; H5. Criar representações gráficas de dados; H6. Ler e interpretar representações gráficas de dados; H7. Resolver problemas usando habilidades quantitativas, incluindo probabilidade e estatística; H8. Compreender e interpretar estatísticas básicas; H9. Justificar inferências, previsões e conclusões com base em dados quantitativos, os resultados são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5. Porcentagem de acertos das questões que tratam das habilidades da categoria 2 do TOSLS

Habilidade	Questão	Acertos (0 - 5)	Porcentagem de acertos da habilidade (%)
H4. Compreender os elementos da pesquisa e como eles impactam as conclusões científicas	4	3	40
	13	1	
	14	2	

H5. Criar representações gráficas de dados	15	4	80
H6. Ler e interpretar representações gráficas de dados	2	0	45
	6	2	
	7	4	
	18	3	
H7. Resolver problemas usando habilidades quantitativas, incluindo probabilidade e estatística	16	4	80
	20	3	
	23	5	
H8. Compreender e interpretar estatísticas básicas	3	5	80
	19	4	
	24	3	
H9. Justificar inferências, previsões e conclusões com base em dados quantitativos	21	3	60
	25	4	
	28	2	

Fonte: autora (2023)

Entre as habilidades da categoria 2, a habilidade 4 (H4) foi a que teve a menor porcentagem de acertos (40%). A H4 diz sobre compreender os elementos da pesquisa e como eles impactam as conclusões científicas e a questão 13 (Figura 2) teve apenas uma resposta correta entre os licenciandos que responderam ao questionário.

Figura 2. Questão 13 do questionário TOSLS

13. A pesquisadora principal do referido estudo, declarou: "Acho que os consumidores de refrigerante diet tem que ficar atentos, mas não o fazem." Então, por que não alertar as pessoas a parar de tomar refrigerante diet imediatamente?

- a) Os resultados devem ser reaplicados com uma amostra mais representativa da população dos EUA.
- b) Pode haver significativa confusão de variáveis presentes (explicações alternativas para relação entre consumo de refrigerantes diet e doença vascular).
- c) Os sujeitos não foram escolhidos aleatoriamente para grupos experimental e de controle.
- d) Todas as afirmações anteriores estão corretas.

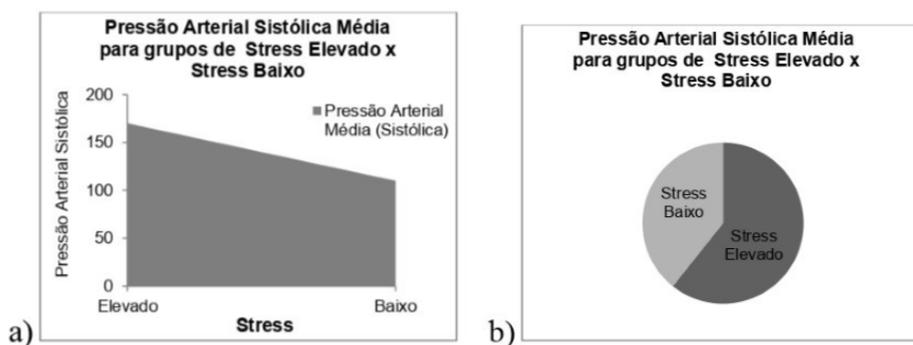
Fonte: Gormally, Brickman e Lutz (2012)

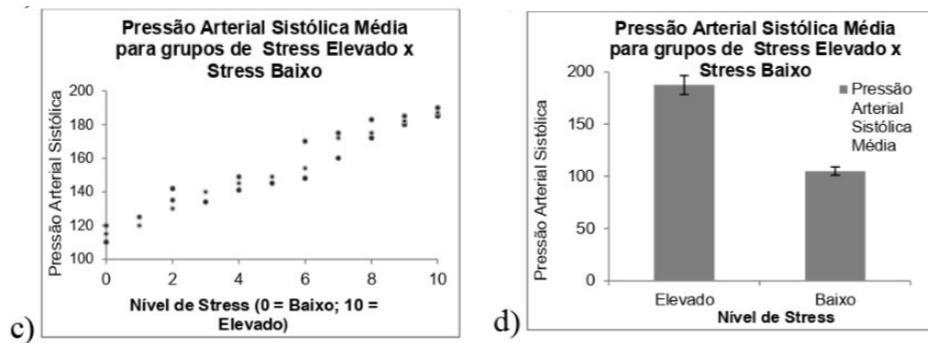
Dos cinco futuros professores que responderam ao questionário, três deles marcaram a letra A como certa. Tendo em mente que a resposta esperada é que todas as alternativas estão corretas, é possível que os licenciandos tenham assinalado aquela que consideram o ponto de maior atenção na divulgação de conclusões científicas, deixando de ver os outros fatores como importantes, tais como a comparação entre grupo controle e experimental, bem como a correlação de variáveis, evidenciando a necessidade de analisar os fatores em conjunto.

Por outro lado, a habilidade 5 (H5) tem somente uma questão para análise. A pergunta 15 (Figura 3) questiona qual o tipo de gráfico mais adequado para representação das informações desejadas e, em seguida, apresenta quatro tipos de gráficos. A resposta esperada é a letra D, que mostra um histograma com a exibição da média de classificações de pressão arterial por grupo de pessoas analisadas e com 80% de acertos, quatro participantes marcaram a alternativa correta.

Figura 3. Questão 15 do questionário TOSLS

15. Os pesquisadores descobriram que os indivíduos mais estressados têm índices significativamente mais elevados de pressão arterial em comparação com indivíduos com pouco stress. O gráfico que seria mais apropriado para a exibição da média de classificações de pressão arterial por grupo seria?





Fonte: Gormally, Brickman e Lutz (2012)

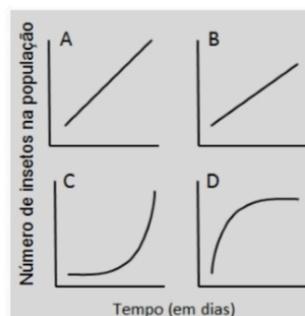
Contudo, quando comparamos com os resultados da habilidade 6 (H6), que diz sobre ler e interpretar representações gráficas, os resultados são contrastantes, uma vez que a H6 teve 45% de acertos. Podemos destacar a questão 2, que teve todas as respostas erradas, e a questão 6, que contou com apenas dois acertos, apresentadas na Figura 4.

Essas informações nos levam a duas hipóteses: a falta de mais questões explorando a H5 impacta nos resultados; e a dificuldade de interpretação de gráficos demonstrada pelos licenciandos pode indicar falta de compreensão matemática, habilidade que faz parte do cotidiano acadêmico no curso de Química.

Figura 4. Questões 2 e 6 do questionário TOSLS

2. Suponha que em certo local você registrou em forma de tabela a variação do crescimento da população de insetos ao longo do tempo. Neste caso, qual gráfico mostra a melhor representação de seus dados?

Tempo (dias)	População de insetos
2	7
4	16
8	60
10	123



Esclarecimento para questão 6: O gráfico a seguir (Fig. 2) foi retirado de um artigo científico sobre os efeitos da adição de pesticidas sobre a mortalidade de girinos em seu ambiente natural.

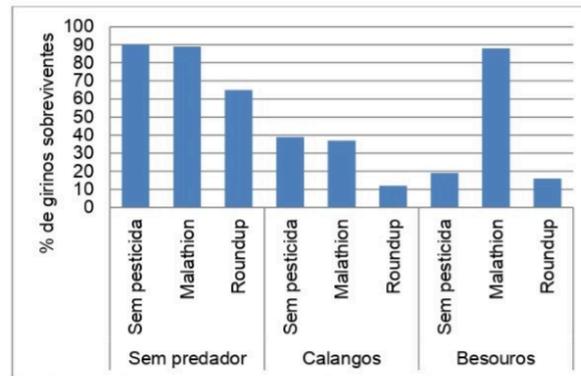


Fig. 2 Total de girinos sobreviventes em lagoas com dois tipos de pesticidas (Malathion e Roundup) e dois predadores de girinos (besouros e calangos) presentes.

- 6.** Houve uma diferença significativa na mortalidade de girinos na lagoa onde foi utilizado o pesticida Malathion e introduzido besouros como predadores dos girinos. Qual das seguintes hipóteses é mais plausível para explicar esses resultados, mostrados no gráfico?
- O Malathion matou girinos, fazendo com que os besouros sentissem mais fome e comessem mais girinos.
 - O Malathion matou girinos, de modo que besouros tinham mais comida e sua população aumentou.
 - O Malathion matou os besouros, causando a morte de menos girinos.
 - O Malathion matou os besouros, fazendo a população de girinos aumentar.

Fonte: Gormally, Brickman e Lutz (2012)

Os resultados dessas questões refletem as dificuldades comuns apresentadas no Quadro 3 para essas perguntas. É comum que as pessoas que respondem ao questionário tenham grande dificuldade de interpretar padrões de crescimento, por exemplo, linear ou exponencial, e, conseqüentemente, tenham dificuldade nas representações gráficas desses comportamentos. Essas habilidades são trabalhadas durante toda a Educação Básica e são cruciais para análise crítica de informações rotineiras, como estatísticas, propagadas pelos diversos meios de comunicação. De acordo com Lopes (2008), ensinar estatística e probabilidade é fundamental para trabalhar a capacidade de resolver problemas dos estudantes, uma vez que possibilita a formação de pessoas com “maiores possibilidades no exercício de sua cidadania, com maior poder de análise e criticidade diante de dados e índices” (LOPES, 2008, p. 71).

As habilidades 7 e 8 (H7 e H8) estão relacionadas com a interpretação do uso de probabilidade e estatísticas básicas na solução de problemas e ambas contaram com 80% de acertos, indicando que os futuros professores compreendem dados e cálculos de estatística básica. Das duas habilidades em análise, podemos destacar as questões 23 (H7) e 3 (H8), apresentadas na Figuras 5, que apresentaram 100% de acertos.

Figura 5. Questões 23 e 3 do questionário TOSLS

23. Um teste de genética mostra uma promissora detecção precoce do câncer do colo do útero. No entanto, 5% de todos os resultados dos testes são falsos positivos; ou seja, os resultados indicam que o câncer é presente quando o paciente está na verdade, livre do

câncer. Dada essa taxa de falsos positivos, o número de pessoas em 10.000 que teria um resultado falso positivo e se assustaria desnecessariamente é igual a?

- a) 5
- b) 35
- c) 50
- d) 500

3. Um estudo sobre a expectativa de vida foi realizado com uma amostra aleatória de 1.000 participantes dos Estados Unidos. Nessa amostra, a expectativa de vida média era 80,1 anos para as mulheres e 74,9 anos para os homens. Uma maneira de aumentar a confiança na afirmação de que, na população dos Estados Unidos, as mulheres verdadeiramente vivem mais que os homens, é?

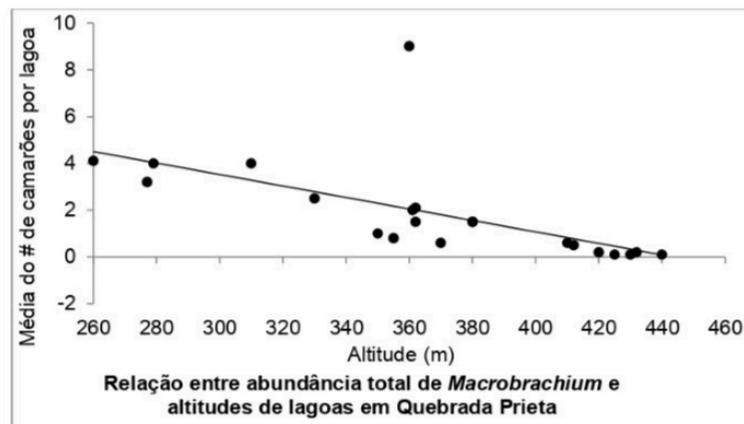
- a) Subtrair o valor da média de expectativa de vida das mulheres do valor da média de expectativa de vida dos homens. Se o resultado for positivo as mulheres vivem mais.
- b) Realizar uma análise estatística para determinar se as mulheres vivem mais que os homens.
- c) Traçar os valores da média de vida de homens e mulheres e analisar visualmente os dados.
- d) Não há forma de aumentar a certeza sobre a efetiva diferença de expectativa de vida entre homens e mulheres.

Fonte: Gormally, Brickman e Lutz (2012)

Por fim, a habilidade 9 (H9) diz respeito à análise crítica de dados quantitativos, correlacionando as variáveis e as informações apresentadas. Das questões que abordam a H9, a questão 28 (Figura 6) teve apenas 2 certos e, junto a essa, a questão 21, que também envolve interpretações gráficas, tiveram os menores índices de acerto da habilidade. Essa informação vai ao encontro do desempenho dos futuros professores na H6, que trata sobre a leitura e análise de representações gráficas e teve 45% de acertos, reforçando a dificuldade matemática de interpretar gráficos demonstrada pelos participantes.

Figura 6. Questão 28 do questionário TOSLS

Antecedentes para questão 28: Pesquisadores interessados na relação entre a abundância de camarões (*Macrobrachium*) e altitude das lagoas, apresentaram os seguintes dados no gráfico abaixo. Curiosamente, eles também observaram que as lagoas tendem a ser mais rasas em altitudes mais elevadas.



28. Qual das seguintes hipóteses é mais plausível para explicar os resultados apresentados no gráfico?

- Há um maior número de lagoas em altitudes superiores a 340 metros porque chove com mais frequência em altitudes mais elevadas.
- Camarões são mais abundantes em lagoas de altitudes mais baixas, pois esses locais tendem a ser mais profundos.
- Este gráfico não pode ser interpretado devido existência de um ponto periférico nos dados.
- A medida que a elevação aumenta, abundância de camarão também aumenta, porque eles têm menos predadores em altitudes mais elevadas.

Fonte: Gormally, Brickman e Lutz (2012)

Conforme descrito pelas autoras do teste e apresentado no Quadro 3, uma das dificuldades comuns na H9 é a “tendência a interpretar mal ou ignorar dados gráficos ao desenvolver uma hipótese ou avaliar um argumento” (SOUSA, 2019, p. 32) o que pode ser observado pelos resultados nas questões 28 e 21 comparadas à questão 25, que não envolve interpretação de gráficos e teve 80% de acertos. O expressivo aumento na porcentagem de acertos pode indicar que os futuros professores têm mais facilidade de analisar dados e correlacionar variáveis quando as informações são apresentadas textualmente, não em gráficos.

Antes de receberem seus questionários corrigidos e seus resultados em cada habilidade, os participantes fizeram uma autoavaliação: a partir das explicações de cada habilidade, dadas pelas autoras, os licenciandos se autoavaliaram com notas de zero a dez. De maneira geral, a autopercepção dos licenciandos em relação às nove habilidades foi similar aos resultados obtidos, com exceção de uma participante que se autopercebeu menos habilidosa do que os resultados e outra que se autopercebeu mais habilidosa que os resultados. O papel dessa autoavaliação foi promover a reflexão quanto ao grau de AC em função de habilidades específicas que são importantes em um contexto de ensino e de aprendizagem em ciências.

3.2. Resultados do roteiro de atividades para registro e debate

O segundo momento foi dividido em duas partes para construção dos argumentos dos estudantes. A motivação para o debate partiu de um vídeo da Comissão Parlamentar de Inquérito da Pandemia (CPI da Pandemia), que apresentava parte de um debate de uma das depoentes e um dos senadores sobre a suposta comprovação científica da eficácia de remédios⁸ prescritos por alguns médicos para o tratamento da covid-19, e de uma reportagem jornalística, que tratava sobre a mudança de posicionamento de associações médicas quanto a esse medicamento.

Na primeira parte, para que se preparassem para o debate, a turma foi dividida em grupos para discutir sobre as perguntas do roteiro disponibilizado e registrar suas respostas. A segunda parte consistiu em debater as questões do roteiro a partir das reflexões que os estudantes haviam organizado na parte anterior.

Para tanto, foram analisadas *possíveis ações geradoras*⁹ de **indicadores de AC**, conforme Pizarro (2014) disponíveis no Quadro 1. Entendemos que, durante o preparo para o debate, todos os licenciandos precisaram **ler e escrever em ciências**, uma vez que foram necessárias a *leitura*, a *análise crítica* e a *conexão dos textos com conhecimentos prévios* a partir dos materiais motivadores e das respostas ao roteiro. Uma ação geradora desse indicador de AC descrita por Pizarro e Lopes Junior (2015) é “Ler o ‘mundo’ e valorizar os saberes adquiridos em suas experiências de vida”. Ao apresentarmos trechos do debate, utilizaremos uma letra para cada participante, preservando suas identidades.

O debate se deu a partir das questões do roteiro. Inicialmente questionamos se as decisões políticas devem ser tomadas de acordo com os conhecimentos existentes à época (Questão 1) e, de maneira geral, os futuros professores concordam porque essas decisões dependem do contexto da sociedade naquele momento e porque os conhecimentos são construídos e acumulados ao longo do tempo. A partir da análise das respostas e das discussões realizadas identificamos possíveis ações geradoras descritas em Pizarro e Lopes Junior (2015), como apresentado no Quadro 6, abaixo, e identificamos os seguintes indicadores de AC: **Articular ideias; Investigar; Argumentar e Problematicar**.

⁸ No vídeo, trata-se da hidroxicloroquina.

⁹ Atitudes, interações ou produções que expressem, de alguma forma, os indicadores de AC propostos por Pizarro (2014).

Quadro 6. Análise das respostas da Questão 1 do roteiro

Possível ação geradora	Excerto de fala dos participantes
Participar de atividades que permitam relacionar os saberes adquiridos às suas experiências	“não é a primeira vez que acontece um surto de uma doença que é transmitida dessa maneira [...] eu lembro na escola algumas pessoas indo de máscara” (A)
Adquirir conhecimentos para participar da sociedade e refletir sobre a Ciência de maneira crítica	“muitas vezes questões relacionadas à ciência na política são mais influenciadas pela política do que pela ciência em si” (A)

Fonte: autora (2023)

Um dos indicadores manifestados pelos futuros professores foi o **Articular ideias**. Os participantes tiveram certa facilidade em *relacionar as informações tratadas durante a conversa com eventos do cotidiano*, como pode ser observado no excerto de fala da participante A que menciona o caso da gripe suína:

Acho que tem que ser levado em conta o fato (a situação vivida no momento). E (no caso da pandemia de covid-19) não é a primeira vez que acontece um surto de uma doença que é transmitida dessa maneira. Eu lembro quando eu era mais nova, a gripe suína, acho que aqui no Brasil não foi muito forte, mas eu lembro algumas pessoas indo de máscara para a escola. (grifos nossos)

É notória a relação feita pela participante A da pandemia de covid-19 com os conhecimentos construídos ao longo do tempo sobre doenças virais e transmissíveis. Além disso, os participantes concordam que utilizar saberes prévios na tomada de decisões e, principalmente, na comunicação com o público pode aumentar a credibilidade da ciência, desde que feito com muita responsabilidade.

A pergunta seguinte (Questão 2) trata sobre o que é “ser cientificamente comprovado” e o papel das evidências científicas na validação do conhecimento científico, a partir da discussão sobre o medicamento que ganhou destaque durante a pandemia. No Quadro 7, apresentamos as análises das falas de destaque dos participantes, bem como as possíveis ações geradoras identificadas. Nessa questão, foram manifestados os indicadores: **Articular ideias**; **Investigar**; **Argumentar** e **Problematizar**.

As respostas dessa questão indicam que os futuros professores *compreendem o impacto que o termo “cientificamente comprovado”* adquiriu nos últimos anos e as concepções populares acerca de supostas evidências que podem ser usadas para fundamentar

notícias falsas. É crucial que professores e futuros professores estejam atentos ao uso indevido e maléfico de termos e conceitos científicos, trabalhando-os em sala de aula para desenvolver a criticidade de seus estudantes.

Quadro 7. Análise das respostas da Questão 2 do roteiro

Possível ação geradora	Excerto de fala dos participantes
Adquirir conhecimentos para participar da sociedade e refletir sobre a Ciência de maneira crítica	“Quando falam ‘cientificamente comprovado’ é nesse sentido temporal, atualmente” (D)
Construir explicações consistentes e coerentes sobre o mundo em que vive, estabelecendo relações entre o que vê na escola e o mundo	“a melhor solução naquela época” (B)
Utilizar-se de expressões científicas e participar de discussões que promovam a prática de investigação científica	“algo é cientificamente comprovado quando diversos cientistas confiáveis realizam estudos em diferentes condições, momentos diferentes e chegam à mesma conclusão” (E)
Compreender e defender seu posicionamento no diálogo com os demais colegas e na escrita, através do trabalho com o conceito de evidência	“qualquer estudo isolado pode ser uma evidência. Quando falam ‘comprovado cientificamente’ é quando tem um consenso em grande parte dos cientistas das instituições” (D)
Utilizar-se de expressões científicas e participar de discussões que promovam a prática de investigação científica	“cientificamente comprovado passou pelo crivo dos cientistas de fazer todos os testes para que nenhuma variável saia do controle” (B)
Dar sentido às Ciências em suas práticas sociais, ampliando seus conhecimentos e cultura enquanto cidadão inserido em sociedade	“acho que quando não tem um consenso, fragiliza mais ainda aquela opinião cientificamente comprovada” (B)
Desenvolver habilidades cognitivas que lhes permita articular o conhecimento teórico com a realidade vivida e os fenômenos nela observados	“Não é uma coisa causal, não foi por causa da vacina, é só uma coisa que está correlacionada” (D)

Fonte: autora (2023)

O indicador **Investigar** foi manifestado diversas vezes nas observações feitas sobre essa questão. De acordo com os licenciandos B e D:

B: “Cientificamente comprovado” passou pelo crivo dos cientistas de fazer todos os testes para que nenhuma variável saia do controle.

D: Quando falam “comprovado cientificamente” é quando tem um consenso em grande parte dos cientistas das instituições. Não sei se consenso, porque consenso é difícil, mas quando tem vários estudos. O conjunto de evidências. (grifo nosso)

De acordo com Pizarro (2014), o indicador **Investigar** “ocorre quando o aluno se envolve em atividades nas quais ele necessita apoiar-se no conhecimento científico adquirido na escola (ou até mesmo fora dela) para tentar responder a seus próprios questionamentos, construindo explicações coerentes” (PIZARRO, 2014, p. 233). Assim, é possível observar que B e D se basearam em seus conhecimentos científicos para responder às indagações apresentadas ao *relacionarem partes do método científico com a ideia de “cientificamente comprovado”*, considerando as limitações de consenso entre cientistas.

Outro momento de destaque foi a reflexão acerca das vacinas feita por D:

É até perigoso porque realmente existem estudos publicados, mas são aqueles estudos correlacionais que as pessoas tomaram vacina, ok, e em determinada época avaliada tiveram mais casos, diagnósticos de autismo. Não é uma coisa causal, não foi por causa da vacina, é só uma coisa que está correlacionada. (grifo nosso)

Nessa fala, o participante conseguiu *articular seus conhecimentos prévios de maneira crítica com uma situação comum* que pode levar ao questionamento da segurança de vacinas e prejudicar o sistema de imunização como um todo, além de expressar preocupação com as evidências e com os estudos não confiáveis disponíveis para amparar ideais antivacina. Como mencionado por Silva e Oliveira (2022, p. 7), “segundo o Observatório Covid-19 Fiocruz (Fundação Oswaldo Cruz), a disseminação de informações falsas são um dos principais motivos para o atraso na imunização infantil”.

Já na Questão 3, perguntamos aos futuros professores o que representa a voz da ciência, qual a influência dessa voz na política e, além disso, se políticas públicas baseadas exclusivamente na ciência garantem algum tipo de progresso social. De maneira geral, os participantes foram enfáticos ao negar a fundamentação de políticas públicas unicamente na ciência, demonstrando preocupação com o contexto local e com a população alvo de tais políticas. No Quadro 8, apresentamos as possíveis ações geradoras encontradas nas respostas. Os indicadores identificados foram: **Articular ideias**; **Investigar**; **Argumentar**; **Problematizar** e **Criar**.

Quadro 8. Análise das respostas da Questão 3 do roteiro

Possível ação geradora	Excerto de fala dos participantes
Ler o “mundo” e valorizar os saberes adquiridos em suas experiências de vida	“A voz da ciência é representada pelo ministro da saúde, porém sabemos que muitas vezes essa voz tem uma grande influência política para as tomadas de decisões” (E)
Ampliar sua percepção social sobre as influências da Ciência em seu cotidiano e fazer uso de diferentes habilidades para aprofundar seus conhecimentos	“é um conglomerado de cientistas e instituições que trabalham com ciência e que dão pareceres sobre determinados fatos” (D)
Dar sentido às Ciências em suas práticas sociais, ampliando seus conhecimentos e cultura enquanto cidadão inserido em sociedade	“eu acho que decisões políticas em si têm que estar vinculada à população que vai ser usuária daquela política” (D)
Construir explicações consistentes e coerentes sobre o mundo em que vive, estabelecendo relações entre o que vê na escola e o mundo	“aquela política pública de colocar flúor na água ajudou muita gente, mas hoje já tem pesquisas que falam que a quantidade na pasta de dentes é suficiente” (B)

Fonte: autora (2023)

Ao tratar sobre a voz da ciência, tiveram dois argumentos entre os participantes: que a voz da ciência era representada pelo ministro da saúde e por instituições científicas. Analisando o contexto, é possível concluir que as respostas que apontaram para o ministro da saúde como representante da ciência consideraram fortemente o contexto da pandemia, em que o Ministério da Saúde teve grande responsabilidade pelas ações e medidas tomadas. Por outro lado, os licenciandos que responderam instituições ou conjuntos de cientistas como a voz da ciência consideraram um contexto mais abrangente e sem o destaque da política em meio à ciência.

Durante todo o debate, foi perceptível a *leitura de mundo* dos futuros professores. Essa é uma possível ação geradora de indicadores, tratadas por Pizarro e Lopes Junior (2015), e pode ser relacionada a indicadores como **articular ideias**, **investigar**, **argumentar** e **criar**, como na conversa entre B e D sobre a questão 3, letra B, que perguntava se eles concordavam que as decisões políticas são baseadas exclusivamente na ciência.

B: Eu coloquei que não. Primeiro porque não são os pesquisadores que tomam decisões políticas, mas eu acho que a voz da ciência não deve ser silenciada para a tomada de decisões.

D: “Exclusivamente” eu não concordo. Além de que ela (a ciência) é limitada, não é representada completamente pela população, eu acho que decisões políticas em si têm que estar vinculada à população que vai ser usuária daquela política.

B: Aquela política pública de colocar flúor na água ajudou muita gente, mas hoje já tem pesquisas que falam que a quantidade na pasta de dentes é suficiente. (grifo nosso)

O diálogo acima demonstra como a visão de mundo e as opiniões dos licenciandos também foram convergentes em diversos momentos, sendo possível identificar os indicadores mencionados anteriormente na *correlação de experiências*, no *reconhecimento dos limites da ciência* e na *valorização dos conhecimentos científicos* como mutáveis e importantes para a definição de políticas públicas.

No último ponto trazido por essa questão, o participante D traz a ideia de considerar, além das vivências da população, os conhecimentos das pessoas que vão usufruir de uma política pública em construção. Em suas palavras:

Além de existirem outros conhecimentos, eu sei que é algo que pode estar um pouco distante do que a gente entende porque a gente já está em um lugar privilegiado da ciência, mas existem pessoas que não têm acesso à ciência e elas também têm conhecimento. (D, grifo nosso)

Na sequência do roteiro, duas afirmações (Questão 4) foram apresentadas aos licenciandos para que concordassem ou discordassem, pontuando seus argumentos. A primeira afirmação trata sobre o impacto das mudanças de posicionamento público de comunidades científicas na credibilidade da ciência, enquanto a segunda afirmação diz que as *fake news* desorientam a população. Nessa questão, foram manifestados os indicadores: **Articular ideias**; **Investigar**; **Argumentar**; **Problematizar** e **Criar**. No Quadro 9, apresentamos as possíveis ações geradoras identificadas nas falas.

Quadro 9. Análise das respostas da Questão 4 do roteiro

Possível ação geradora	Excerto de fala dos participantes
Buscar explicações para problemas estudados e discuti-los em sala de aula	“essa falta de um parecer lógico também compromete a credibilidade porque só joga a informação” (B)

Desenvolver habilidades cognitivas que lhes permita articular o conhecimento teórico com a realidade vivida e os fenômenos nela observados	“e quem transmite essa informação influencia o senso crítico” (C)
Ampliar sua percepção social sobre as influências da Ciência em seu cotidiano e fazer uso de diferentes habilidades para aprofundar seus conhecimentos	“Uma coisa que eu aprendi na faculdade, não acho que eu era uma adolescente assim, acho que eu não procurava saber tanto” (A)
Ler o “mundo” e valorizar os saberes adquiridos em suas experiências de vida	“porque para pessoas não alfabetizadas cientificamente essa mudança parece algo falho” (B)

Fonte: autora (2023)

Ao discutirem sobre as falhas na comunicação científica, principalmente por parte do Governo Federal na pandemia, o participante B comentou que a “falta de um parecer lógico também compromete a credibilidade porque só joga a informação”, corroborando com a ideia de valorizar apenas os produtos da ciência e não os processos de construção de conhecimento. Nesse sentido, a participante C disse que “quem transmite essa informação influencia o senso crítico” e essas concepções reafirmam o fenômeno da pós-verdade e a infodemia abordados neste trabalho, quando a população é atingida por muitas notícias e tem dificuldade de julgá-las como verdadeiras ou falsas. Completando o que C comentou, A falou:

Foi mais ou menos o que aconteceu aqui: o presidente (Jair Bolsonaro) e pessoas de cargos altos, que são respeitadas. Às vezes eu escuto alguma coisa e you dar uma pesquisadinha, em uns canais mais confiáveis. Uma coisa que eu aprendi na faculdade, não acho que eu era uma adolescente assim, acho que eu não procurava saber tanto. Sou uma pequena parcela da população [...] e eu acho que no nosso país nem todo mundo teve (oportunidade) de criar esse senso crítico. (grifo nosso)

É possível identificar uma série de indicadores de AC na fala da licencianda A: **Articular Ideias, Investigar, Argumentar e Problematizar**. Ao reconhecer sua dificuldade de analisar informações quando adolescente, a participante tem uma *autopercepção do desenvolvimento de seu senso crítico* no decorrer da formação acadêmica e superior. Além disso, ela pontua as desigualdades educacionais que comprometem o desenvolvimento da criticidade em parte da população brasileira.

Por fim, a questão 5 do roteiro trouxe à tona o indicador **Atuar** já que abriu espaço para os licenciandos *refletirem sobre o papel do professor de Química no desenvolvimento da*

habilidade de julgamento e de posicionamento social, científico e político dos estudantes. Ainda, os participantes se mostraram conscientes da potencialidade do ensino como ferramenta de humanização da ciência e de desenvolvimento de senso crítico. No Quadro 10, destacamos as possíveis ações geradoras identificadas nas respostas. Os indicadores identificados foram: **Articular ideias; Investigar; Argumentar; Problematicar, Criar e Atuar.**

Quadro 10. Análise das respostas da Questão 5 do roteiro

Possível ação geradora	Excerto de fala dos participantes
Construir explicações consistentes e coerentes sobre o mundo em que vive, estabelecendo relações entre o que vê na escola e o mundo	“senso crítico não é algo que tem fim também, ele sempre vai ter que ser aprimorado. ainda mais agora com tanta <i>fake news</i> ” (D)
Buscar explicações para problemas estudados e discuti-los em sala de aula	“a gente pode desmistificar o conhecimento científico” (B)

Fonte: autora (2023)

A percepção do participante D quanto às possibilidades de ações do docente para além do currículo formal demonstra o indicador **Atuar** pela *compreensão da posição do professor como agente de mudanças*. O excerto apresentado abaixo descreve o desenvolvimento do senso crítico como algo perene, fundamental para acompanhar as mudanças no mundo tecnológico e na sociedade em que o indivíduo vive, trazendo a ideia do professor como incentivador e não como responsável pela criticidade do estudante.

Eu acho que a gente precisa incentivar o processo, ensinar a pessoa a ver alguma coisa e não ser aquilo literal. Ela conseguir interpretar, julgar de onde veio, enfim... O senso crítico não é algo que tem fim também, ele sempre vai ter que ser aprimorado, ainda mais agora com tanta *fake news*. (D)

É possível, também, relacionar essa ideia com o cenário de infodemia e de pós-verdade que vivemos nos últimos anos. Trabalhar, como docentes, para que os cidadãos em formação estejam sempre atentos diante das múltiplas informações que recebem é papel determinante do professor na sociedade brasileira. Contribuindo, assim, para o desenvolvimento de pessoas com mais oportunidades de refletir e de tomar decisões a partir da compreensão e da aplicação, nas situações enfrentadas no cotidiano, do conhecimento visto em sala (PENICK, 1998).

Diante do exposto, é notório que todos os indicadores propostos por Pizarro (2014) foram manifestados durante a aplicação da pesquisa: **Articular ideias; Investigar; Argumentar; Problematizar, Criar; Atuar; Ler em Ciências; Escrever em Ciências**. Os participantes expressaram suas ideias de acordo com seus perfis, alguns mais comunicativos que outros, mas todos demonstraram certo nível de AC que os coloca em uma posição que possibilita uma análise crítica das situações do cotidiano, a partir da relação dos fenômenos rotineiros com seus conhecimentos científicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a questão de pesquisa deste trabalho: “Em que medida futuros professores de Química são alfabetizados cientificamente diante de um contexto negacionista da ciência?” e os objetivos definidos inicialmente, nessa seção apresentamos as compreensões conseguidas ao final da pesquisa. Assim, para identificar como a AC de futuros professores de Química pode influenciar em uma educação centrada na formação de estudantes conscientes e ativos em busca da valorização da ciência no Brasil, o estudo foi feito com licenciandos matriculados na disciplina de Didática da Química, estando inserida em um contexto de estudos sobre planejamentos de aula.

No questionário TOSLS, primeiro momento da pesquisa, os participantes demonstraram maior dificuldade de analisar os pontos fortes e os pontos fracos de estudos científicos relacionados ao viés, tamanho da amostra, randomização e controle experimental (H4). Essa habilidade teve 40% de acertos, indicando que esse tipo de análise deve ser melhor trabalhado durante o curso de Licenciatura em Química, uma vez que é essencial para o fazer científico da profissão.

Além da H4, a H6 apresentou baixo índice de acertos (45%), essa habilidade trata da interpretação de gráficos e dados matemáticos, sendo que os graduandos podem trazer essa dificuldade desde a Educação Básica, quando as noções de compreensão matemática são trabalhadas com maior intensidade. Tendo em mente que a H6 é crucial para análise de estatísticas e dados, os problemas dos futuros docentes nesse quesito podem ser preocupantes no contexto do desenvolvimento de seus planos de aula visando uma educação crítica, já que é necessário que o professor faça uma análise de fenômenos rotineiros para manter-se em dia com os acontecimentos da sociedade e possibilitar a reflexão de seus estudantes.

Já durante o debate e no roteiro de atividades, todos os futuros professores manifestaram diversas ações geradoras ao expressarem seus posicionamentos e argumentos sobre o contexto pandêmico e negacionista com o qual se depararam nessa atividade. Relacionar o cotidiano com os conteúdos estudados; discordar ou concordar criticamente das ideias apresentadas; analisar o próprio desenvolvimento durante a vida acadêmica; utilizar

termos e conceitos científicos em seus argumentos; essas foram algumas ações, aqui consideradas como geradoras de indicadores de AC, com mais manifestações nesta pesquisa.

Essas possíveis ações geradoras indicam que os participantes são capazes de ler o mundo e associar essa leitura com conhecimentos científicos, possibilitando que essa intersecção seja abordada em seus planejamentos de aula. Essa leitura interseccionada também representa uma certa sensibilidade dos futuros professores quanto a quais discussões serão levadas aos estudantes, quais assuntos serão refletidos em sala de aula, contribuindo para a formação de pessoas críticas e atuantes na sociedade.

Além disso, as possíveis ações geradoras foram relacionadas aos indicadores de AC propostos por Pizarro (2014). Dessa forma, analisamos os indicadores manifestados para compreender não só a AC dos próprios docentes, mas as crenças dos licenciandos acerca do papel do professor em sala de aula. A partir das reflexões trazidas no segundo momento, tivemos indícios de que os participantes percebem a educação como ferramenta importante para o desenvolvimento de senso crítico, de análise de riscos e de mobilização coletiva. Foi possível, então, identificar os nove indicadores de Pizarro nos posicionamentos dos participantes: **Articular Ideias, Investigar, Argumentar, Ler em Ciências, Escrever em Ciências, Problematicar, Criar e Atuar.**

Nesse ponto, também foi possível analisar que os futuros docentes reconhecem a importância da AC e da humanização da ciência para compreensão dos processos da ciência, além da contribuição para interpretação dos resultados científicos divulgados pelas comunidades acadêmicas e políticas. Essa percepção vai ao encontro dos resultados obtidos no questionário TOSLS: a habilidade com maior percentual de acertos (93,33%) foi a H1, que versa sobre o reconhecimento de evidências científicas e de quando essas evidências realmente sustentam uma hipótese.

Essa habilidade está intimamente relacionada com o desenvolvimento da criticidade dos estudantes para leitura de mundo, possibilitando a análise das informações divulgadas pela mídia, principalmente em um contexto pandêmico, em que o mundo enfrentou, simultaneamente, uma infodemia e necessitava de senso crítico ao receber uma notícia ou informação. Já a H3, com 80% de acertos, também corrobora com a percepção dos licenciandos porque trata sobre a identificação do uso apropriado da ciência pelo governo, pela indústria e pela mídia, sendo fundamental para o enfrentamento das *fake news*, que tanto fragilizam a ciência no Brasil, junto ao negacionismo.

Por fim, para responder a questão de pesquisa, precisamos considerar, além dos resultados da pesquisa, o trabalho final da disciplina de Didática da Química, em processo de construção pelos licenciandos, mas que representa grande preocupação com a criticidade e com a atuação dos estudantes na sociedade por parte dos futuros professores. O trabalho final consiste em um planejamento de uma sequência didática com quatro aulas, organizadas nos três momentos pedagógicos de Zabala (2014), abordando as vacinas contra covid-19. Nesse planejamento, os estudantes escolheram abordar os mitos acerca das vacinas, como elas funcionam e as etapas de produção de uma vacina. A atividade final da sequência de aulas é a realização de um debate de um caso simulado que incentive a criticidade e a argumentação dos estudantes.

Assim, tendo em vista as percepções dos futuros docentes quanto ao papel social do professor em sala de aula, os posicionamentos quanto ao negacionismo vivenciado durante a pandemia de covid-19 no Brasil, e a construção da sequência didática citada anteriormente, demonstram que os licenciandos em Química participantes deste estudo compreendem seu papel atuante e combativo ao negacionismo científico no país, além de atuarem na busca da retomada da valorização da ciência por meio da humanização e da proximidade da ciência com os estudantes da Educação Básica, aspectos que evidenciam a AC desses futuros professores.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, Gabriel Menezes de. **Inovação e fake news na gestão da saúde em tempos de pandemia**. 2022. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Comunicação) — Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

Associação Médica Brasileira diz que uso de cloroquina e outros remédios sem eficácia contra Covid-19 deve ser banido. G1, 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/bemestar/coronavirus/noticia/2021/03/23/amb-diz-que-uso-de-cloroquina-e-outros-remedios-sem-eficacia-contr-covid-19-deve-ser-banido.ghtml>. Acesso em: 13 de set. de 2023

BARTELMEBS, Roberta Chiesa; VENTURI, Tiago; DE SOUSA, Robson Simplicio. PANDEMIA, NEGACIONISMO CIENTÍFICO, PÓS-VERDADE: contribuições da Pós-graduação em Educação em Ciências na Formação de Professores. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 4, n. 5, p. 64-85, 2021.

BRASIL. **Parecer CNE/CES 1.303/2001a** - Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química. Brasília: MEC. 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/130301Quimica.pdf>. Acesso em: 05 de jul. de 2023

CHASSOT, Attico. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação**. 5. ed. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000.

CHASSOT, Attico. Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, n. 22, p. 89-100, 2003.

CRUZ JUNIOR, Gilson. Pós-verdade: a nova guerra contra os fatos em tempos de *fake news*. **ETD Educação Temática Digital**, v. 21, n. 1, p. 278-284, 2019. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/etd/v21n1/1676-2592-etd-21-01-278.pdf>. Acesso em: 04 de jul. de 2023.

DA SILVA, Bárbara Souza; DE OLIVEIRA, Carla Conforto. Os impactos das fake news na vacinação infantil no Brasil: uma análise de discursos contra as vacinas. **Revista EDICIC**, v. 2, n. 3, p. 1-13, 2022. Disponível em: <https://ojs.edicic.org/index.php/revistaedicic/article/view/174/156>. Acesso em: 04 de jul. de 2023

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Maria Marta Castanho. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

SOUSA JÚNIOR, J. H. de; RAASCH, M.; SOARES, J. C.; RIBEIRO, L. V. H. A. de S. Da Desinformação ao Caos: uma análise das Fake News frente à pandemia do Coronavírus

(COVID-19) no Brasil. Cadernos de Prospecção, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 331, 2020. DOI: 10.9771/cp.v13i2.35978. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/35978>. Acesso em: 04 de jul. 2023.

DFNDR LAB. Relatório da segurança digital no Brasil: segundo trimestre de 2018. 2018. Disponível em: <https://www.psafe.com/dfndr-lab/wp-content/uploads/2018/08/Relat%C3%B3rio-daSeguran%C3%A7a-Digital-no-Brasil-2-trimestre-2018.pdf>. Acesso em: 04 de jul. de 2023.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Editora Paz e Terra, 2014.

GORMALLY, Cara; BRICKMAN, Peggy; LUTZ, Mary. Developing a test of scientific literacy skills (TOSLS): Measuring undergraduates' evaluation of scientific information and arguments. **CBE—Life Sciences Education**, v. 11, n. 4, p. 364-377, 2012. Disponível em: <https://www.lifescied.org/doi/epdf/10.1187/cbe.12-03-0026>. Acesso em: 13 de jul. de 2023.

LEMKE, Jay. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. Enseñanza de las Ciencias. **Revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 24, n. 1, p. 5-12, 2006. Disponível em: <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v24-n1-lemke/1717>. Acesso em: 05 de jul. de 2023

LEVY, Bel. Poliomielite, sarampo e outras doenças evitáveis ameaçam crianças brasileiras. **ICICT Fiocruz**, 2022. Disponível em: <https://www.iciet.fiocruz.br/content/poliomielite-sarampo-e-outras-doencas-evitaveis-ameacam-criancas-brasileiras>. Acesso em: 25 de mai. de 2023

LOPES, Celi Espasandin. O Ensino da Estatística e da Probabilidade na Educação Básica e a Formação dos Professores. Cad. Cedes, Campinas, vol. 28, n. 74, p. 57-73, jan./abr. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ccedes/a/gwfKW9py5dMccvmbqyPP8bk/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 02 de dez. de 2023

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 3, n. 1, p. 45-61, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/N36pNx6vryxdGmDLf76mNDH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 05 de jul. de 2023

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Análise qualitativa: teoria, passos e fidedignidade. **Ciência & saúde coletiva**, v. 17, n. 3, p. 621-626, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csc/a/39YW8sMQhNzG5NmpGBtNMFf/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 11 de jul. de 2023

MORETTO, Maria Livia Tourinho; BELTRAMMI, Daniel Gomes Monteiro; DUNKER, Christian. In: Negacionismo científico e movimento anti-vacina: efeitos na ética do cuidado. [S. l.], 24 fev. 2021. Vídeo (2h03min) [Live]. Publicado pelo canal Conselho Regional de Psicologia de São Paulo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=GyhtMPTcJsU&t=4654s>. Acesso em: 12 de jul. de 2023

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. 11 de mar. de 2020 Coletiva de Imprensa.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Entenda a infodemia e a desinformação na luta contra a covid-19. [s.l: s.n.]. 2020. Disponível em: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52054/Factsheet-Infodemic_por.pdf?sequence=14. Acesso em: 24 de mai. de 2023.

PASTERNAK, Natalia. Comissão Parlamentar de Inquérito. 2021. Disponível em: <https://aovivo.folha.uol.com.br/poder/2021/06/11/6000-natalia-pasternak-sp-e-claudio-maiero-vitch-fiocruz-falam-a-cpi-da-covid>. Acesso em: 03 de jul. de 2023.

PENICK, John E.. **Ensinando "alfabetização científica"**. Educ. Rev. [online]. n.14, p.91-113. 1998. Disponível em: <http://educa.fcc.org.br/pdf/er/n14/n14a07.pdf>. Acesso em: 02 de dez. de 2023

PITANGA, Ângelo Francklin. Pesquisa qualitativa ou pesquisa quantitativa: refletindo sobre as decisões na seleção de determinada abordagem. **Revista Pesquisa Qualitativa**, São Paulo, v. 8, n. 17, p. 184-201, 2020. Disponível em: <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/299/201>. Acesso em 11 de jul. de 2023

PIZARRO, Mariana Vaitiekunas. **Alfabetização científica nos anos iniciais: necessidades formativas e aprendizagens profissionais da docência no contexto dos sistemas de avaliação em larga escala**. 2014. 311 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/110898>. Acesso em: 05 de jul. de 2023

PIZARRO, Mariana Vaitiekunas; JUNIOR, Jair Lopes. Indicadores de alfabetização científica: uma revisão bibliográfica sobre as diferentes habilidades que podem ser promovidas no ensino de ciências nos anos iniciais. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 1, p. 208-238, 2015.

SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Ana Maria Pessoa. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em: <https://143.54.40.221/index.php/ienci/article/view/246/172>. Acesso em: 10 de jun. de 2023

SEIXAS, Rodrigo. A retórica da pós-verdade: o problema das convicções. **EID&A – Revista Eletrônica de Estudos Integrados em Discurso e Argumentação**, Ilhéus, n. 18, p. 122-138, abr. 2019. Disponível em: <http://periodicos.uesc.br/index.php/eidea/article/view/2197/1747>. Acesso em: 04 de jul. de 2023.

SIEBERT, Silvânia; PEREIRA, Israel Vieira. A pós-verdade como acontecimento discursivo. **Linguagem em (Dis)curso**, Tubarão, SC, v. 20, n. 2 p. 239-249, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ld/a/vykt83t8h8874gJT7ys46sy/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 25 de mai. de 2023.

SOUSA, Kaiser Jackson Pereira de. **Letramento científico: uma análise do uso social dos conhecimentos construídos nas ciências naturais e matemática** / Kaiser Jackson Pereira de Sousa – Mossoró, RN, 2019. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/5285/1/KaiserJPS_DISSERT.pdf. Acesso em: 12 de jul. de 2023.

TAVARES, Leonardo Pereira; MAGALHÃES, Marina; BRITO, H. C. Desinformação em meio à pandemia: análise da disseminação de fake news na rede social Twitter. **Revista Temática**, v. 16, n. 9, p. 294-310, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/tematica/article/view/55293/31423>. Acesso em: 05 de jul. de 2023.

TEIXEIRA, Marcelle Medeiros. **Na pandemia, nem tudo que reluz é ouro: discutindo fake news e o fenômeno da pós-verdade em tempos de necropolítica no Brasil**. 2022. 141 f. Dissertação (Mestrado em Educação, Cultura e Comunicação em Periferias Urbanas) - Faculdade de Educação da Baixada Fluminense, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2022.

TORQUATO, Carina de Freitas. **Mídias sociais e fake news: a pandemia de Covid-19 no contexto brasileiro**. 2021. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biblioteconomia) – Curso de Graduação em Biblioteconomia, Departamento de Ciências da Informação, Centro de Humanidades, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021. TV Senado. Senadores reagem à defesa da cloroquina por Nise Yamaguchi. Youtube, 01 de jun. de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=j790K4JYIRM>. Acesso em 13 de set. de 2023

VAZ, Caroline; COLIN, Júlia; LIMEIRA, S. P. **Fake News: sua origem e consequências na sociedade**. In: XLI Congresso de Ciências da Comunicação na Região Sudeste. Belo Horizonte, MG, s.v., s.n., p 1-10. 2018. Disponível em: <https://www.portalintercom.org.br/anais/sudeste2018/resumos/sobra/R63-1534-1.pdf>. Acesso em: 05 de jul. de 2023.

VIZZOTTO, Patrick Alves. Quais são os instrumentos de avaliação da alfabetização científica mais utilizados nas pesquisas do Brasil? **Revista Cocar**, [S. l.], v. 15, n. 33, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/4515>. Acesso em: 12 de jul. de 2023.

WERNECK, Guilherme Loureiro; BAHIA, Lígia; MOREIRA, Jéssica Pronestino de Lima e SCHEFFER, Mário. Mortes evitáveis por Covid-19 no Brasil. 2021. Disponível em: https://idec.org.br/sites/default/files/mortes_evitaveis_por_covid-19_no_brasil_para_inter.pdf. Acesso em: 15 de jun. de 2023.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar** [recurso eletrônico]. Porto Alegre. Penso. 2014

APÊNDICES

APÊNDICE A - Roteiro de Atividades

1. O vídeo começa com a dra. Nise Yamaguchi pontuando que “Fiz essas colocações baseadas nos conhecimentos que a gente tem a cada época, de conhecimentos que existem em cada momento da ciência”. Você concorda que as decisões políticas sejam tomadas dessa forma? O que isso fala sobre a Ciência?

2. A dra. Nise Yamaguchi argumenta no vídeo que começou sua “palestra” dizendo que existem evidências científicas que amparam seu posicionamento quanto à prescrição de hidroxicloroquina. No mesmo vídeo, o senador Rogério Carvalho diz que a “substância sem comprovação científica, aliás, com comprovação científica de que não tem eficácia contra a doença em nenhuma etapa, inclusive dito pelos próprios fabricantes”. Na sua opinião, o que é ser cientificamente comprovado? Qual é o papel das evidências científicas na validação do conhecimento científico? Por que, em alguns momentos, não há consenso na Ciência?

3. Com relação ao trecho da carta da ABM: “Firmamos votos especiais ao novo Ministro da Saúde. Os brasileiros almejam que vossa gestão ecoe e **se guie exclusivamente pela voz da Ciência**; que seja um exemplo de independência na implantação de políticas/medidas consistentes e necessárias à resolubilidade e qualidade do sistema”.

- a. Nesse contexto apresentado, o que representa a voz da Ciência? Qual é essa voz? Discorra sobre suas ideias sobre esse assunto.
- b. Você acredita que as decisões políticas devem ser tomadas de acordo, **exclusivamente**, com a Ciência?
- c. Uma vez que as políticas públicas são baseadas exclusivamente na Ciência, o progresso social é garantido. Você concorda com essa afirmação? Discuta.

4. Em relação a essas afirmações, você concorda plenamente, parcialmente ou discorda? Comente suas respostas.

- a. A mudança de posicionamento público de comunidades acadêmico-científicas compromete a credibilidade da Ciência.
- b. *Fake news* desorientam pacientes uma vez que a população não consegue julgar criticamente as informações propagadas.

5. Tendo em mente as discussões políticas em volta da Ciência durante a pandemia de covid-19, você acredita que “tomar decisões” sobre a Ciência, do que é ou não confiável, é uma habilidade de julgamento e posicionamento social, científico e político que deve ser um dos objetivos a serem desenvolvidos no Ensino de Química? Por quê?

ANEXOS

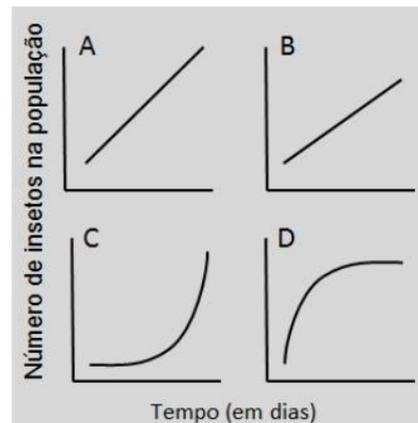
ANEXO A - ANEXO A - TOSLS, *Test of Scientific Literacy Skills* (Teste de Habilidades de Letramento Científico)

1. Qual dos argumentos abaixo é cientificamente válido?

- a) As medições do nível do mar na costa do Golfo do México, tomadas este ano, foram menores do que o normal. Em média as medições mensais foram quase 0,1 centímetros menores que o normal em algumas áreas. Tal fato mostra que elevação do nível do mar não é um problema.
- b) Observou-se que certa de linhagem de camundongos geneticamente modificados pela ausência de um certo gene, eram incapazes de se reproduzir. A reintrodução do referido gene nos camundongos mutantes restaurou sua capacidade de reprodução. Tal evidência sugere que o referido gene é essencial para a reprodução dos camundongos.
- c) Uma pesquisa revelou que 34% dos americanos acreditam que os dinossauros e seres humanos conviveram no passado, porque pegadas fósseis de ambas as espécies foram encontradas no mesmo lugar. Esta crença generalizada é uma evidência apropriada para apoiar a alegação de que os seres humanos não evoluíram de ancestrais símios.
- d) Neste inverno, o nordeste dos Estados Unidos registrou quantidades recordes na média mensal de queda de neve. As temperaturas foram 2°C mais baixas do que o normal em algumas áreas. Esses fatos indicam que o clima da região está mudando.

2. Suponha que em certo local você registrou em forma de tabela a variação do crescimento da população de insetos ao longo do tempo. Neste caso, qual gráfico mostra a melhor representação de seus dados?

Tempo (dias)	População de insetos
2	7
4	16
8	60
10	123



3. Um estudo sobre a expectativa de vida foi realizado com uma amostra aleatória de 1.000 participantes dos Estados Unidos. Nessa amostra, a expectativa de vida média era 80,1 anos para as mulheres e 74,9 anos para os homens. Uma maneira de aumentar a confiança na afirmação de que, na população dos Estados Unidos, as mulheres verdadeiramente vivem mais que os homens, é?

- a) Subtrair o valor da média de expectativa de vida das mulheres do valor da média de expectativa de vida dos homens. Se o resultado for positivo as mulheres vivem mais.

- b) Realizar uma análise estatística para determinar se as mulheres vivem mais que os homens.
 c) Traçar os valores da média de vida de homens e mulheres e analisar visualmente os dados.
 d) Não há forma de aumentar a certeza sobre a efetiva diferença de expectativa de vida entre homens e mulheres.

4. Em qual das seguintes pesquisas é *menos provável* existir viés (variável que permite uma explicação alternativa dos resultados)?

- a) Adotou-se uma amostra aleatória, onde os participantes são grupos experimentais e controle. Mulheres representam 35% do grupo experimental e 75% no grupo de controle.
 b) Para explorar as tendências em crenças religiosas de estudantes que frequentam universidades brasileiras, pesquisadores investigaram uma seleção aleatória de 500 calouros em uma pequena faculdade privada localizada em uma cidade que faz fronteira com a Argentina.
 c) Para avaliar o efeito de um novo programa de dieta, pesquisadores compararam a perda de peso entre voluntários selecionados para grupos de tratamento (dieta) e controle (sem dieta), enquanto monitoraram a média de exercícios diários e variação de peso dos sujeitos de ambos os grupos.
 d) Os pesquisadores testaram a eficácia de um novo fertilizante para 10.000 (dez mil) mudas de árvores. As mudas do grupo de controle (sem fertilizantes) foram testadas durante o outono, enquanto as do grupo de tratamento (com fertilizantes) foram testadas durante a primavera seguinte.

5. Qual das seguintes atitudes é a cientificamente válida?

- a) Baseada em dois estudos financiados pela indústria farmacêutica, a Agência de Vigilância Sanitária declara seguro o uso de certa substância química, independentemente de outros estudos químicos e sanitários.
 b) Jornalistas darem o mesmo crédito a ambos os lados de uma controvérsia científica, embora a versão de um dos lados tenha sido refutada por muitos experimentos.
 c) A agência do governo decide alterar mensagens de saúde pública sobre a devida a pressão de um conselho das empresas envolvidas na fabricação de uma fórmula de leite para recém-nascidos.
 d) Vários estudos descobriram uma nova droga eficaz para tratar os sintomas de autismo; no entanto, uma agência do governo se recusa a aprovar o medicamento até que seus efeitos a longo prazo sejam conhecidos.

Esclarecimento para questão 6: O gráfico a seguir (Fig. 2) foi retirado de um artigo científico sobre os efeitos da adição de pesticidas sobre a mortalidade de girinos em seu ambiente natural.

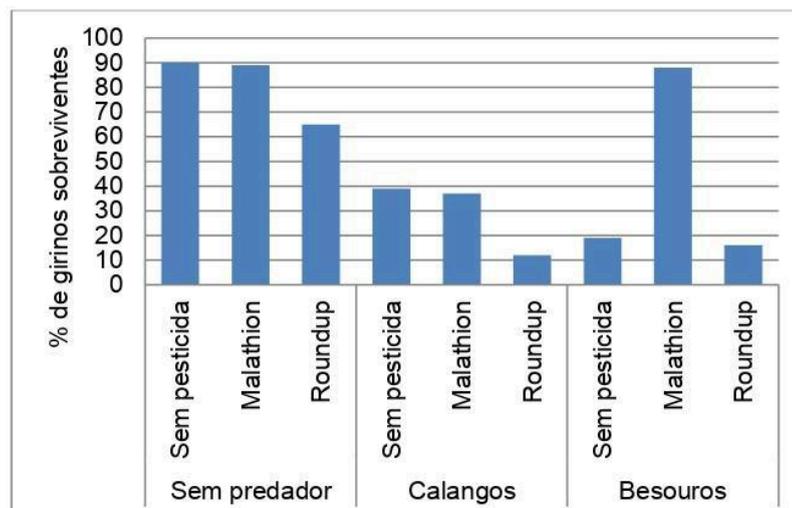
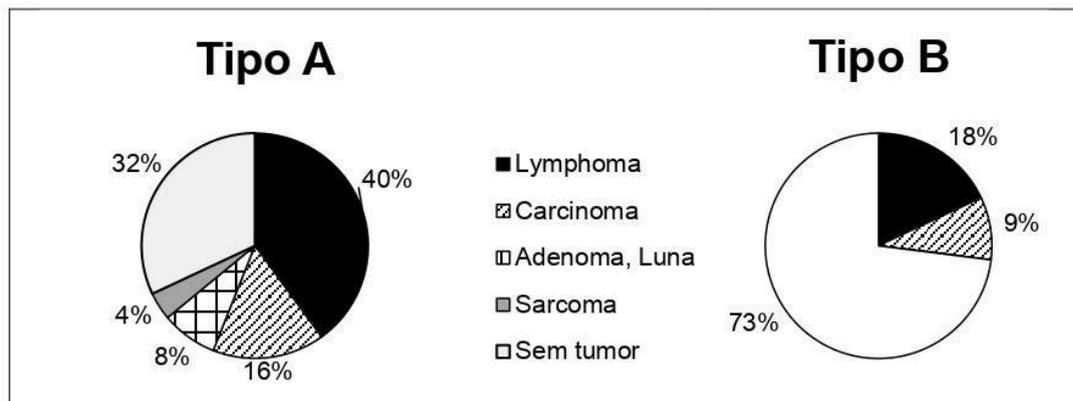


Fig. 2: Total de girinos sobreviventes em lagoas com dois tipos de pesticidas (Malathion e Roundup) e dois predadores de girinos (besouros e calangos) presentes.

6. Houve uma diferença significativa na mortalidade de girinos na lagoa onde foi utilizado o pesticida Malathion e introduzido besouros como predadores dos girinos. Qual das seguintes hipóteses é mais plausível para explicar esses resultados, mostrados no gráfico?

- O Malathion matou girinos, fazendo com que os besouros sentissem mais fome e comessem mais girinos.
- O Malathion matou girinos, de modo que besouros tinham mais comida e sua população aumentou.
- O Malathion matou os besouros, causando a morte de menos girinos.
- O Malathion matou os besouros, fazendo a população de girinos aumentar.

7. Qual das seguintes alternativas é a melhor interpretação do gráfico abaixo:



Tumores encontrados em ratos do tipo A e B. Gráfico do tipo pizza que mostra a incidência relativa de tumores. Números representam a porcentagem de ocorrência de cada tipo específico de tumor

- Ratos do tipo A com Lymphoma são mais comuns que ratos do tipo A sem tumor
- Ratos do tipo B são mais propensos a ter tumores que os do tipo A
- A porcentagem de ocorrência de Lymphoma é igual em ratos do tipo A e B
- Carcinoma é menos comum que Lymphoma somente em ratos do tipo B

8. Criadores do *Mister Músculo*, um tipo de haltere articulado, que o uso de seu produto pode produzir "incrível força!". Qual das informações adicionais abaixo pode fornecer uma evidência mais forte para apoiar a eficácia do *Mister Músculo* em aumentar a força muscular dos seus usuários?

- Dados da pesquisa indicam que, em média, os usuários do *Mister Músculo* relatam usar o produto 6 dias por semana, enquanto os usuários de halteres padrão relatam usá-los apenas 3 dias semana.
- Comparados no estado de repouso, os usuários do *Mister Músculo* apresentavam 300% de aumento do fluxo sanguíneo nos músculos quando utilizavam o produto.
- Dados da pesquisa indicam que um número significativo os usuários do *Mister Músculo* relataram sentir maior tônus muscular.
- Comparado com usuários de halteres padrão, usuários do *Mister Músculo* foram capazes de levantar pesos significativamente mais pesados no final de um ensaio de 8 semanas.

9. Qual desses não é um bom exemplo do uso adequado da Ciência?

- Um grupo de cientistas pediu para rever propostas de concessão de financiamento com base em recomendações sobre a experiência do investigador, os planos de projeto, e dados preliminares de propostas de pesquisa submetidas.
- Os cientistas estão sendo selecionados para ajudar a realizar um estudo de pesquisa patrocinado pelo governo sobre o clima global com base em seus interesses políticos.
- O Serviço de Pesca e Vida Silvestre revisa sua lista de espécies protegidas e em perigo de extinção em resposta a resultados de novas investigações.
- O Senado deixa de financiar um programa de educação sexual amplamente utilizado após estudos mostrarem limitada a eficácia do programa.

Antecedentes para Pergunta 10: Suponha que seu interesse seja despertado por uma notícia sobre a história dos feromônios humanos. Em uma busca na internet você encontra o seguinte website:

EROS FOUNDATION Special Sale
Pheromone 10.13!™ increase romance in your life; 1.6 oz. bottle normally \$98.50. 175% off

INICIO	EROS CIÊNCIA	FEROMÔNIOS REVELADOS	LIVROS & PRODUTOS	ARTIGOS MULTIMÍDIA	CONTATOS	VIDEOS
Explore o Site	Bem vindo a Fundação Eros <i>Um centro de pesquisa Biomédica</i>		Feromônios EROS para mulheres Feromônios EROS para Homes	frágancias ativas para aumentar o sex-appeal	Ciência EROS...	
Início da EROS	Fundado em 1995 pela Dra. Millicent Baxter Bióloga e co-descobridora de feromônios em humanos e autora do livro:				Artigos científicos da Dra. Baxter	Descobertas e Bibliografia
Melhores histórias	<i>Os Hormônios e sua Saúde: um guia rápido sobre tratamento hormonal e outras terapias alternativas para a menopausa</i>		Publicações da Fundação Eros em revistas científicas		Dra. Baxter na Comunidade Científica	
Artigos da Dra. Baxter	>> Para comprar este livro clique aqui		Em dezembro de 2010, a Sociedade Internacional da Menopausa convidou a Dra. Baxter para publicar uma revisão de artigos publicados sobre os tratamentos para diminuição do câncer de mama.		Em 2002 um artigo publicado na revista WHI e sua divulgação na mídia fizeram com que mulheres interrompessem os tratamentos de reposição hormonal aos quais vinham sendo submetidas	
Descobertas	Dra. Millicent Baxter, bacharelou-se em Psicologia em 1981 pela Universidade de Utica, concluindo seu doutorado em Biologia em 1987 pela Universidade de Duke, em seguida fez seus estudos de pós-doutorado sobre endocrinologia comportamental na Universidade de Stanford. Em 1995 fundou, em parceria com outros pesquisadores, um programa de Bem Estar de Mulheres no Hospital Estadual da Universidade de Nova York. É autora de mais de 35 artigos de pesquisa, co-autora de cinco patentes e autora de oito livros sobre saúde da mulher.		Baxter, M; McColl, N. Leiberman, E.; Calabrese-Stone, E. (2000) <i>Sexual Response in women</i> . <i>Obstetrics & Gynecology</i> 95: 4 (Supplement) April 2000, 19S.		Baxter, M; McColl, N. Leiberman, E. (1998) <i>Pheromonal Influences on Sociosexual Behavior</i> . <i>Archives of Sexual Behavior</i> 24: 1-13.	
Dra. Baxter na Comunidade Científica	Dra. Millicent Baxter, bacharelou-se em Psicologia em 1981 pela Universidade de Utica, concluindo seu doutorado em Biologia em 1987 pela Universidade de Duke, em seguida fez seus estudos de pós-doutorado sobre endocrinologia comportamental na Universidade de Stanford. Em 1995 fundou, em parceria com outros pesquisadores, um programa de Bem Estar de Mulheres no Hospital Estadual da Universidade de Nova York. É autora de mais de 35 artigos de pesquisa, co-autora de cinco patentes e autora de oito livros sobre saúde da mulher.		Baxter, M; Calabrese-Stone, E. (1998) <i>Woman after 40 years of age: the role of sex hormones and pheromones</i> . <i>Disease-A-Month</i> 44, 423-346		Breast cancer in postmenopausal women: what is the real risk? Comunicação oral proferida durante a 65th Annual Meeting of the American Society of Reproductive Medicine (ASRM) October 2009.	
Outras pesquisas na área de saúde	Shortcuts  Click here To Order From Eros		Privacy Protection		Share 	

10. Qual das seguintes características é a mais importante para avaliar a confiabilidade ou não do conteúdo deste website?

- As informações podem não ser corretas, pois referências adequadas não são fornecidas.
- As informações podem não ser corretas, uma vez que o objetivo do site é a propaganda de um produto.
- As informações são provavelmente corretas, porque são fornecidas referências adequadas.
- As informações são provavelmente corretas, porque o autor do site é confiável.

Analise o trecho abaixo para responder as perguntas 11 a 14:

“Um estudo recente, com mais de 2.500 nova-iorquinos, maiores de 9 anos, mostrou que as pessoas que bebem refrigerante diet todos os dias possuem um risco 61% maior de sofrer eventos vasculares, incluindo acidente vascular cerebral e ataque cardíaco, em comparação com aqueles que evitam bebidas diet. Neste estudo, a equipe de investigação da doutora Hannah Gardner pesquisou aleatoriamente os comportamentos alimentares, hábitos de exercício, bem como cigarro e consumo de álcool de 2564 nova-iorquinos. Os participantes também passaram por exames físicos, incluindo medições de pressão arterial e exames de sangue para o colesterol e outros fatores que podem afetar o risco de ataque cardíaco e acidente vascular cerebral. O aumento da probabilidade de eventos vasculares permaneceu mesmo depois dos pesquisadores contabilizarem outros fatores de risco, como o tabagismo, pressão arterial alta e níveis elevados de colesterol. Os investigadores não encontraram aumento do risco entre as pessoas que bebiam refrigerante comuns (não diet)”.

11. Os resultados deste estudo sugerem que beber refrigerante diet pode aumentar o risco de eventos cardíacos, ataques e derrames. Nas instruções a seguir, identifique evidências adicionais que apoiem esta afirmação.

- a) Os resultados de um estudo epidemiológico sugerem que os residentes de New York são 6,8 vezes mais propensos a morrer por causa de doença vascular, em comparação com as pessoas que vivem em outras cidades norte-americanas.
- b) Os resultados de um estudo experimental demonstraram que indivíduos escolhidos aleatoriamente para consumir um refrigerante diet por dia, tinham duas vezes mais chances de ter um acidente vascular cerebral em comparação com aqueles escolhidos para beber um refrigerante normal diariamente.
- c) Estudos em animais sugerem uma ligação entre doença vascular e o consumo de doces que são ingredientes de refrigerantes.
- d) Resultados de pesquisa indicam que pessoas que bebem um ou mais refrigerantes diet por dia fumam com mais frequência do que as pessoas que não bebem refrigerante diet, levando a aumento de eventos vasculares.

12. A citação anterior provém de que tipo de fonte de informação?

- a) Primária (pesquisa realizada, escrita e submetida à revisão por pares).
- b) Secundária (revisão de várias pesquisas, escrita como um artigo resumido com referências, que foi submetido a uma revista científica).
- c) Terciária (reportagens, verbetes enciclopédicos ou documentos publicados por órgãos do governo).
- d) Nenhuma das acima.

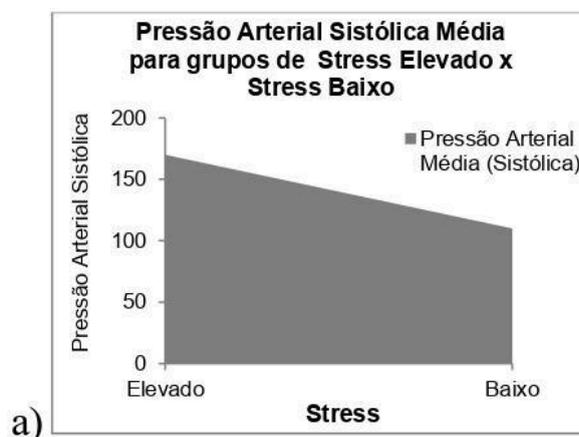
13. A pesquisadora principal do referido estudo, declarou: “*Acho que os consumidores de refrigerante diet tem que ficar atentos, mas não o fazem.*” Então, por que não alertar as pessoas a parar de tomar refrigerante diet imediatamente?

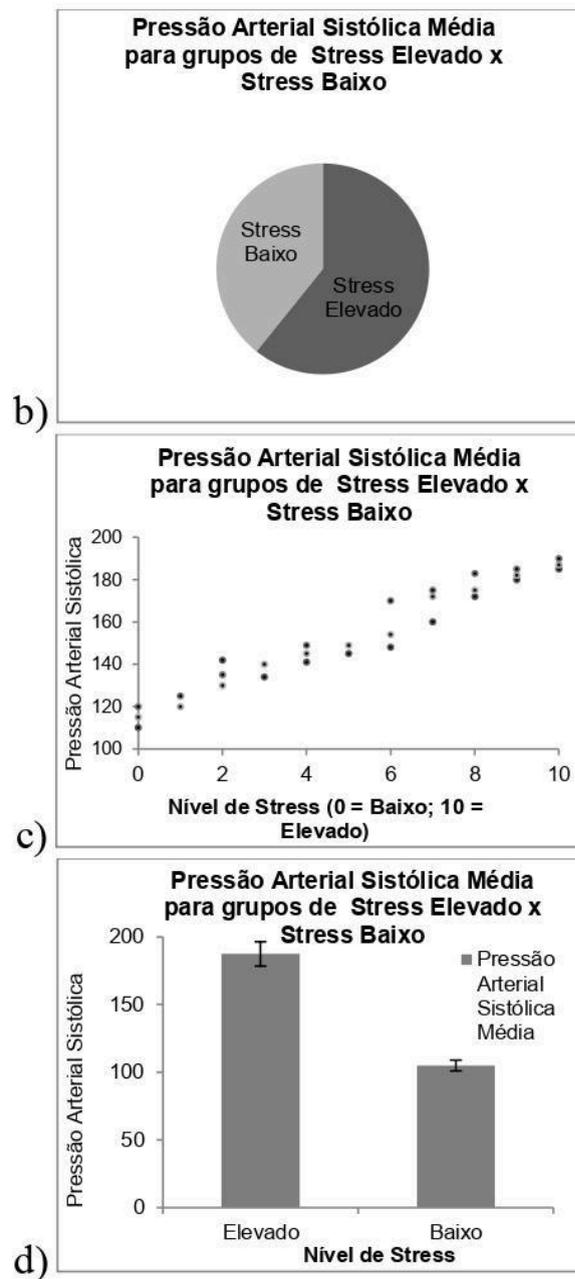
- a) Os resultados devem ser reaplicados com uma amostra mais representativa da população dos EUA.
- b) Pode haver significativa confusão de variáveis presentes (explicações alternativas para relação entre consumo de refrigerantes diet e doença vascular).
- c) Os sujeitos não foram escolhidos aleatoriamente para grupos experimental e de controle.
- d) Todas as afirmações anteriores estão corretas.

14. Qual dos seguintes atributos não faz parte da pesquisa mencionada?

- a) Coleta de dados a partir de uma grande amostra.
- b) Amostragem aleatória de pessoas residentes em New York.
- c) Participantes divididos aleatoriamente em grupos controle e experimental.
- d) Todas as afirmações anteriores estão corretas.

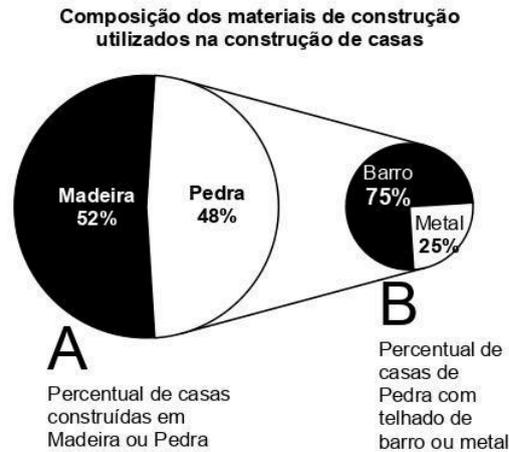
15. Os pesquisadores descobriram que os indivíduos mais estressados têm índices significativamente mais elevados de pressão arterial em comparação com indivíduos com pouco stress. O gráfico que seria mais apropriado para a exibição da média de classificações de pressão arterial por grupo seria?





Esclarecimento para *Pergunta 16*: A eficiência energética de residências depende dos materiais de construção utilizados e como eles se adaptam a diferentes climas. Os dados a seguir foram coletados sobre os tipos de materiais de construção utilizados na construção de moradias. Casas de pedra são mais eficientes. Para determinar se a eficiência depende do estilo de telhado, os dados também foram coletados no percentual de casas de pedra que tinham ambos os telhados: de telhas ou metal.

16. Com base nas informações do gráfico abaixo, qual a proporção de casas construídas em pedra com telhado de barro?



- a) 25%
- b) 36%
- c) 48%
- d) O valor não pode ser calculado sem o conhecimento do número original participantes da pesquisa

17. O fator mais importante para classificar um artigo de pesquisa como confiável é:

- a) A Presença de dados gráficos ou ilustrações
- b) Ter sido avaliado imparcialmente por terceiros, especialistas no assunto
- c) A reputação dos pesquisadores
- d) A publicação do artigo

18. Qual é a conclusão mais precisa que se pode fazer a partir dos dados do gráfico abaixo?



- a) O maior aumento do consumo de carne tem ocorrido nos últimos 20 anos.
- b) O consumo de carne tem aumentado de forma constante ao longo dos últimos 40 anos.
- c) O consumo de carne nos países em desenvolvimento duplica a cada 20 anos.
- d) O consumo de carne aumenta em 50% a cada 10 anos

19. Dois estudos estimam o teor médio de cafeína em bebidas energéticas. Cada estudo utiliza o mesmo teste numa amostra aleatória de bebida energética. O estudo 01 utiliza 25 garrafas, e o estudo 02 utiliza 100 garrafas. Qual afirmação é verdadeira?

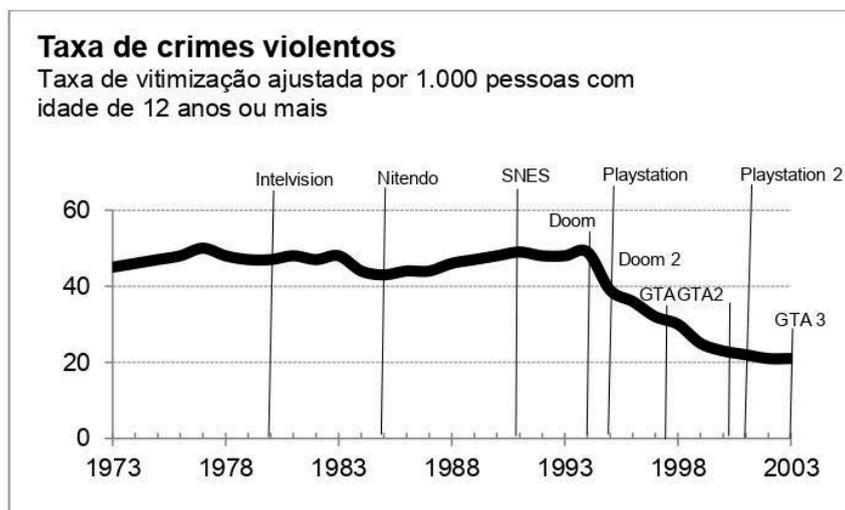
- a) O teor médio real estimado de cafeína em cada estudo será igualmente incerto.
- b) A incerteza na estimativa do teor de cafeína média real será menor no estudo 01 do que no estudo 02.

- c) A incerteza na estimativa do teor de cafeína média real será maior no estudo 01 do que no estudo 02.
 d) Nenhuma das alternativas acima.

20. Um furacão eliminou 40% dos ratos selvagens em uma cidade costeira. Em seguida, uma doença transmitida por água parada acabou matando 20% dos ratos selvagens que sobreviveram ao furacão. Qual percentagem da população original de ratos sobrou após esses dois eventos?

- a) 40%
 b) 48%
 c) 60%
 d) Não pode ser calculado sem saber o número original de ratos.

Esclarecimento para questão 21: Um entusiasta de jogos eletrônicos, argumentou que jogar videogames violentos não causa aumento de crimes violentos como os críticos desse tipo de jogo frequentemente afirmam. Para apoiar seu argumento, apresentou o gráfico a seguir. Nele observa-se que a taxa de crimes violentos diminuiu bastante desde a época em que os primeiros jogos eletrônicos foram introduzidos.



21. Dada a informação apresentada neste gráfico, qual a fragilidade no argumento desse entusiasta?

- a) As taxas de crimes violentos parecem aumentar ligeiramente após a introdução de alguns jogos.
 b) O gráfico não mostra índices de crimes violentos cometidos por crianças com menos de 12 anos de idade, por isso os resultados são tendenciosos.
 c) A tendência de queda na taxa de criminalidade pode ter sido causada por algo diferente do lançamento de jogos de videogames violentos.
 d) O gráfico mostra apenas dados até 2003. Dados mais atuais são importantes

22. O seu médico prescreveu um medicamento que é completamente novo. A droga tem alguns efeitos colaterais, assim, é necessário fazer uma pesquisa para determinar a eficácia da nova droga em comparação com os medicamentos similares no mercado. Qual das seguintes fontes fornece informações mais confiáveis?

- a) Bula/site do fabricante da droga
 b) Uma característica especial sobre a droga no noticiário noturno
 c) Estudo realizado por pesquisadores independentes
 d) Informações de um amigo de confiança que tomou a droga por seis meses

23. Um teste de genética mostra uma promissora detecção precoce do câncer do colo do útero. No entanto, 5% de todos os resultados dos testes são falsos positivos; ou seja, os resultados indicam que o câncer é presente quando o paciente está na verdade, livre do

câncer. Dada essa taxa de falsos positivos, o número de pessoas em 10.000 que teria um resultado falso positivo e se assustaria desnecessariamente é igual a?

- a) 5
- b) 35
- c) 50
- d) 500

24. Por que os pesquisadores utilizam as estatísticas para tirar conclusões sobre os seus dados?

- a) Pesquisadores muitas vezes coletam dados sobre tudo e todos na população.
- b) O público é facilmente influenciado por números e estatísticas.
- c) As verdadeiras respostas às questões de investigação só podem ser reveladas por meio de análise estatística.
- d) Os investigadores fazem inferências sobre a população e utilizam estimativas a partir de amostras menores.

25. Um pesquisador levanta a hipótese de que as vacinas que contêm traços de mercúrio não causam autismo em crianças. Qual dos seguintes dados corroboram essa hipótese?

- a) A contagem do número de crianças que foram vacinadas e têm autismo.
- b) Dados de triagem anuais sobre sintomas de autismo em crianças vacinadas e não vacinadas desde o nascimento até os 12 anos.
- c) Taxa média de autismo em crianças nascidas nos Estados Unidos.
- d) Média da concentração de mercúrio no sangue de crianças com autismo.

Antecedentes para questão 26: Suponha que ao fazer uma pesquisa na internet para ajudar sua avó a entender dois diferentes novos medicamentos para osteoporose, você encontrou uma publicação no *Eurasian Journal* que contém dados que mostram a eficácia de apenas um desses novos medicamentos. Como a referida revista é financiada por uma empresa farmacêutica específica, a maioria dos anúncios da revista são de produtos desta empresa. Em suas pesquisas, você também encontrou outros artigos que mostram que a referida droga tem apenas uma eficácia limitada.

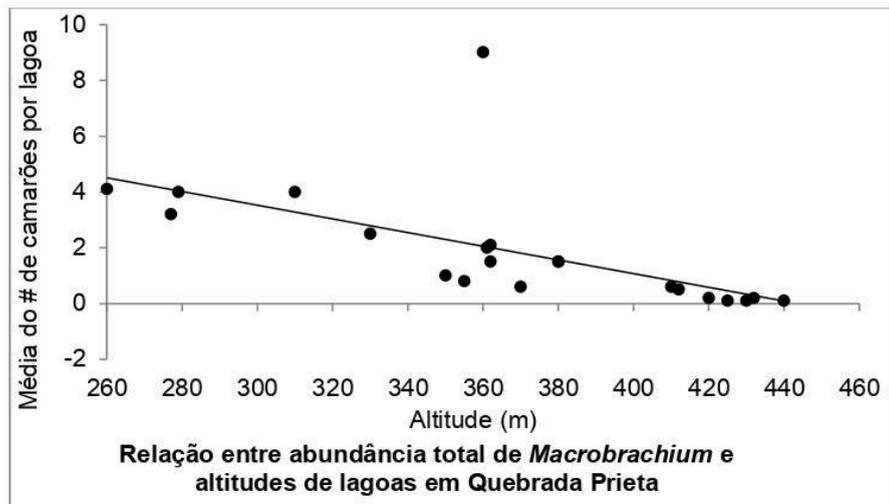
26. Escolha a melhor resposta que iria ajudá-lo a decidir sobre a credibilidade da revista acima citado:

- a) Não é uma fonte confiável de pesquisa científica porque havia anúncios dentro da revista.
- b) É uma fonte confiável de pesquisa científica porque a publicação conta com colaboradores que possuem credenciais apropriadas para avaliar a qualidade dos artigos de pesquisa antes de sua publicação.
- c) Não é uma fonte confiável de investigação científica, porque seus artigos mostram apenas a eficácia dos medicamentos da empresa que a financia.
- d) É uma fonte confiável de pesquisa científica, pois os estudos publicados na revista foram mais tarde replicados por outros pesquisadores.

27. Qual das seguintes opções são atitudes cientificamente válidas?

- a) Uma revista científica rejeitar um estudo porque os resultados fornecem evidências contra um modelo amplamente aceito.
- b) Uma revista científica retirar a publicação de um artigo depois de descobrir que o pesquisador deturpou os dados.
- c) Um investigador distribuir amostras grátis de uma nova droga que ele está desenvolvendo para pacientes que necessitam.
- d) Um cientista sênior incentivar seu aluno de pós-graduação a publicar um estudo contendo resultados inovadores que não podem ser verificados.

Antecedentes para questão 28: Pesquisadores interessados na relação entre a abundância de camarões (*Macrobrachium*) e altitude das lagoas, apresentaram os seguintes dados no gráfico abaixo. Curiosamente, eles também observaram que as lagoas tendem a ser mais rasas em altitudes mais elevadas.



28. Qual das seguintes hipóteses é mais plausível para explicar os resultados apresentados no gráfico?

- Há um maior número de lagoas em altitudes superiores a 340 metros porque chove com mais frequência em altitudes mais elevadas.
- Camarões são mais abundantes em lagoas de altitudes mais baixas, pois esses locais tendem a ser mais profundos.
- Este gráfico não pode ser interpretado devido existência de um ponto periférico nos dados.
- A medida que a elevação aumenta, abundância de camarão também aumenta, porque eles têm menos predadores em altitudes mais elevadas.