

A hesitação vacinal como questão sócio-científica (QSC) para o desenvolvimento da literacia científica

Ivy Judensaider¹, Silvia F. de M. Figueirôa²

Resumo

A pandemia de Covid-19 escancarou um processo de desconstrução da autoridade da Ciência que já vinha ocorrendo há algumas décadas. Naquele período, foi perceptível a disseminação de boatos, fake news e teorias conspiratórias, evidenciando a existência de um terreno fértil na sociedade para a desinformação e para o desprezo às fontes tradicionais de autoridade. Atualmente, a Ciência se encontra sob suspeita e informações pseudocientíficas circulam e são validadas nas redes sociais. Tal cenário faz emergir a urgência de incorporar mecanismos que promovam a literacia científica e o diálogo entre o conhecimento científico e os contextos socioculturais a partir dos quais esse conhecimento emerge. As questões sociocientíficas (QSC) envolvem problemas científicos e, também, suas imbricações no ambiente social. A pergunta que buscamos responder neste texto é: a hesitação vacinal, definida como movimento de recusa ou de relutância em aceitar vacinas, pode vir a ser uma QSC suficientemente relevante e complexa para o desenvolvimento da literacia científica e das habilidades críticas dos(as) alunos(as) em relação às intrincadas relações entre Ciência e Sociedade? Como resultado de uma investigação conduzida com base em fontes secundárias bibliográficas, sugerimos a inclusão da hesitação vacinal no contexto de QSC para o desenvolvimento da literacia científica, na expectativa de que as decisões que afetam a sociedade sejam tomadas por cidadãos conscientes e corretamente informados, em especial quando os temas envolverem saúde pública e problemas ambientais.

Palavras-chave: QSC; literacia científica; hesitação vacinal.

Recebido em: 30/05/2025; Aceito em: 17/11/2025

<https://doi.org/10.5335/vjc5qs13>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

ISSN: 2595-7376

¹ Economista, é mestre em História da Ciência pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo e doutora em Ensino de Ciências e Matemática pelo PECIM, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil. Realizou pós-doutorado no Programa de Geociências da UNICAMP e é redatora de material didático para os níveis Fundamental, Médio e Superior.

² Professora titular da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil. É geóloga (USP, 1981), mestra (1987) e doutora (1992) em História Social pela mesma universidade, ambos na especialidade de História das Ciências. Realizou pós-doutorado no Centre Alexandre Koyré d'Histoire des Sciences et Techniques (França, 2002). Sua experiência é em história das ciências/geociências e educação científica. Ministra cursos de graduação e atua na pós-graduação junto ao Programa Multiunidades de Ensino de Ciências e Matemática (PECIM/UNICAMP).



Introdução

Dado que, atualmente, a Ciência encontra-se sob suspeita e informações pseudocientíficas circulam e são validadas nas redes sociais, torna-se urgente que a Educação Científica incorpore mecanismos para desenvolver a literacia científica³ dos(as) estudantes.

A literacia científica diz respeito ao repertório para a tomada de decisões que implicam aspectos tecno-científicos e envolve habilidades tais como analisar e sintetizar informações, fazendo uso da razão moral e dos julgamentos éticos para a tomada de decisões. Dessa forma, a literacia científica requer o desenvolvimento de hábitos mentais que, em geral, são exigidos em situações práticas e concretas do mundo real, em especial quando estão envolvidos temas científicos. Esses hábitos, por sua vez, estão associados à capacidade crítica, à aceitação da pluralidade de opiniões, à autonomia para a busca de informações e à autonomia moral e ética para fazer escolhas no contexto de processos decisórios (ZEIDLER; SADLER; SIMMONS; HOWES, 2005).

A tarefa de ampliar a literacia científica crítica torna-se mais urgente se considerarmos as conexões entre a ascensão da extrema direita em vários países do mundo, no século XXI, e o acirramento da campanha contra a ciência (JUDENSNAIDER; FORATO, 2024). As ondas de desinformação têm se materializado, dentre outras formas, na negação de práticas de proteção ambiental e na hesitação vacinal. Competindo de igual para igual com outras fontes de autoridade, as fontes “alternativas” de informação têm se destacado por oferecer “fatos” alternativos (como se tal fenômeno pudesse existir) e por apresentar evidências também alternativas, em geral obtidas por meio de práticas metodológicas bem

³ Neste artigo, utilizamos “literacia científica” como equivalente a “alfabetização científica” e “letramento científico”.



distantes daquelas adotadas, consensualmente, pela comunidade acadêmica (BASCH; BASCH, 2022).

É plausível imaginar que, quanto maior a literacia científica, menor o desamparo dos indivíduos diante de informações incorretas e narrativas negacionistas. (BASCH; BASCH, 2022; PIVARO; GIROTTTO, 2022). Pivaro e Girotto (2022), que empreenderam extensa investigação etnográfica no Twitter, defendem que é primordial a compreensão de como os ataques à ciência se propagam nas redes sociais e, consequentemente, como os discursos negacionistas afetam as concepções de ciência e de construção do conhecimento científico, a fim de construir estratégias particulares de letramento científico. De fato, é um esforço duplo: defender a Ciência e o conhecimento científico e, ao mesmo tempo, combater *fake news* e desarticular discursos conspiracionistas. De acordo com Caruso e Marques (2021, p. 1), “talvez um dos legados mais tristes da pós-modernidade seja o negacionismo, quando se comprehende que ele faz parte de uma estratégia de dominação a partir de uma guerra declarada à Ciência e à Razão”⁴.

Trazendo esse debate mais próximo do campo educacional, Cassiani, Selles e Osterman (2022), por exemplo, discutiram de forma clara alguns aspectos-chave que podem estar na base argumentativa do negacionismo, ao mostrarem como, historicamente, cientistas sustentaram teorias racistas apoiadas em provas desvirtuadas. Ou como assunções de cariz colonialista se imbricaram no estudo da ciência, dado que esta é uma construção social em sentido pleno. Como lembrado por Levinson (2023, p. 2), “os negacionistas exploram a própria força da construção teórica, o convite à dúvida, para mostrar que a ciência não tem respostas diretas, não tem uma justificativa epistemológica profunda. Como lidar, então, como professor, com esse superficial ceticismo?”

⁴ Todas as citações em português de artigos originalmente em outra língua são de nossa responsabilidade.



O presente artigo assume como hipótese central que o objetivo de ampliar a literacia científica na Educação Básica pode ser atingido se, no ambiente escolar, os conteúdos científicos puderem dialogar com as condições do ambiente social. Nesse sentido, a abordagem por meio das questões sócio-científicas (QSC) é valiosa e primordial.

As QSC envolvem problemas científicos, em especial quanto a seus rebatimentos no ambiente social. Mesmo quando problemas científicos foram resolvidos consensualmente pela comunidade acadêmica, e mesmo quando já existe um volume significativo de evidências coletadas e validadas, há questões que geram controvérsia e conflitos no seio da sociedade. De acordo com Zeidler, Sadler, Simmons e Howes (2005), as QSC não se prestam, única e exclusivamente, como ferramenta para estudar ciência. Mais do que isso, elas compõem uma estratégia pedagógica com objetivos bem claros: propiciar ocasiões para que sejam discutidos aspectos morais e éticos a partir de situações que envolvam a produção e a aplicação do conhecimento científico na sociedade. Um dos benefícios do uso de QSC no âmbito da literacia científica seria, portanto, o desenvolvimento moral dos estudantes em função do debate a partir de suas crenças pessoais, em um ambiente de pluralidade de opiniões e valores a respeito de problemas reais.

Concordamos com Levinson de que não se pode assumir, automaticamente, que um público cientificamente instruído seja mais racional ou mais ético. Ao criticar essa abordagem, este autor demonstra que ela parte do princípio de que o problema reside apenas na má formação em ciências, trazendo, portanto, um olhar predominantemente deficitário (LEVINSON, 2010). Sabe-se que muitos negacionistas e teóricos da conspiração possuem formação no Ensino Superior. Para Levinson (2023), essa posição, que atribui os problemas a um déficit de formação, foi a tônica entre a comunidade científica nos anos 1990, mas esse já não é mais o



caso.

Nossa reflexão parte da percepção de que a pandemia de Covid-19 acelerou um processo de desconstrução da autoridade da Ciência que já vinha ocorrendo há algumas décadas. A pergunta que buscamos responder neste texto é: a hesitação vacinal, definida como movimento de recusa ou de postergação da vacina, pode vir a ser uma QSC suficientemente relevante e complexa o para o desenvolvimento da literacia científica e das habilidades críticas das(os) alunas(os) em relação às intrincadas relações entre a ciência e a sociedade?

Para encontrar uma resposta para a pergunta, realizamos uma investigação com base em fontes bibliográficas secundárias. Como resultado, sugerimos a inclusão da hesitação vacinal no contexto de QSC, na expectativa de que as decisões que afetam a sociedade sejam tomadas por cidadãos conscientes e criticamente informados, particularmente quando os temas envolvem saúde pública e problemas ambientais.

Nosso texto está organizado da seguinte forma: inicialmente, definimos as QSC e as contextualizamos no campo da literacia científica. Em seguida, discutimos a hesitação vacinal como tema potencial para QSC. Por último, fazemos algumas considerações finais com base na nossa orientação quanto à inclusão da hesitação vacinal como QSC no desenvolvimento da literacia científica.

A literacia científica e as QSC

Há muito, discute-se a importância do desenvolvimento da literacia científica para a formação cidadã das(os) estudantes. A “Ciência não está na natureza e nem é a própria natureza, mas se constitui em uma tentativa de compreender o mundo e o que acontece nele” (CATARINO; REIS, 2021, p. 9). Nesse sentido, parece razoável presumir que atitudes éticas envolvendo situações em que o saber científico é exigido – e que se



manifestam no decorrer do processo de escolha e de tomada de decisões – só podem se formar se os conceitos científicos apreendidos no espaço formal da escola dialogarem com o mundo real (RATCLIFFE; GRACE, 2003).

Atualmente, estimula-se a ampliação do diálogo entre as Ciências Humanas, Sociais, Exatas e da Natureza. As questões sócio-científicas (QSC)⁵, assim, envolvem problemas envolvendo científicos, dadas determinadas condições do ambiente social. Por conta disso, o uso das QSC no ensino de ciências tem crescido no século XXI, inclusive na perspectiva de aproximação com a abordagem CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – ou CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (SILVA; FRANCO; MENDONÇA, 2024; BOAS; SANTOS; MOZZER, 2024; MELO; CONRADO; NUNES-NETO, 2024).

O entendimento atual das QSC propõe que elas digam respeito não somente ao conhecimento científico em si, mas façam referência a situações em que a sociedade precisa fazer escolhas e, na maioria das vezes, estando sujeitas a processos de negociações para construção de consensos, desinformação (intencional ou não) promovidos (ou amplificados) pelos meios de comunicação. Como definido por Sadler e colaboradores (2006), as QSC constituem questões polêmicas reais que permitem correlacionar conteúdos científicos tradicionais às questões éticas, morais e valorativas de temas presentes na sociedade. Tal contexto envolve, portanto, fatores relacionados à divergência de opiniões, à credibilidade de diferentes fontes de autoridade, aos valores e julgamentos diante do que o mundo real nos entrega e, finalmente, a crenças pessoais em relação aos fenômenos naturais e sociais.

Pela sua própria natureza, as QSC envolvem situações para as quais

⁵ Na literatura, é comum o uso de dois termos: SSI (socioscientific issue) e CSI (controversial science issues). Em português, fazemos, então, referência a QSC e QCSC (questões sócio-científicas e questões controversas sócio-científicas).



há uma miríade de aspectos exógenos e endógenos que determinam e afetam as escolhas individuais que as pessoas precisam fazer no mundo real. De acordo com Ratcliffe e Grace (2003), as QSC possuem características específicas: elas dizem respeito ao conhecimento científico e a escolhas que devem ser feitas pela sociedade e, em geral, precisam lidar com processos de desinformação (intencional ou não) promovidos (ou amplificados) pelos meios de comunicação. Ainda, dizem respeito a situações que extrapolam as dimensões locais e regionais, e sofrem influência de fatores políticos e sociais, abarcando, portanto, não apenas o conhecimento científico, mas também os julgamentos éticos e morais feitos com base neste conhecimento.

Há QSC que dizem respeito à aplicação social da ciência já estabelecida. Outras QSC colocam sob suspeita explicações para as quais se supõe não haver consenso científico (embora haja) ou no caso de existência de lacunas no conhecimento científico construído (por exemplo, no caso das mudanças ambientais) (RATCLIFFE; GRACE, 2003; BENIERMANN; MECKLENBURG; UPMEIER ZU BELZEN, 2021). Em ambos os casos, as controvérsias têm origem em aspectos que não necessariamente dizem respeito ao raciocínio ou conhecimento científico. Os conflitos podem envolver, por exemplo, a incompREENSÃO sobre a produção e a aceitação de evidências científicas ou o desconhecimento do processo de construção e validação de teorias. Também podem estar associados a outras competências relacionadas à capacidade crítica dos indivíduos no contexto do ambiente social, não podendo ser ignorados aspectos cognitivos, *background* familiar e crenças ideológicas e religiosas dos indivíduos. O desafio, destarte, reside em aprender a avaliar e selecionar informações, dados e teorias, pesar prós e contras, identificar vozes confiáveis e, no limite, assumir uma posição, crítica e consciente. Os problemas e suas possíveis soluções são, além de técnico-científicos,



também sociopolíticos (LEVINSON, 2023).

Por conta da importância das QSC para a sociedade, sugere-se a sua inclusão nos processos educacionais formais ou informais (CONRADO; NEI NUNES-NETO, 2018). Afinal, espera-se que as decisões que afetam a sociedade sejam tomadas por cidadãos mais do que corretamente informados, mas também com capacidade crítica, em especial quando os temas envolvem saúde pública e problemas ambientais (BENIERMANN; MECKLENBURG; UPMEIER ZU BELZEN, 2021).

A inclusão de QSC nos processos formais e informais de educação justifica-se em função da necessidade urgente de municiar os estudantes com argumentos válidos em defesa da ciência e com espírito crítico em relação a informações pseudocientíficas. Cabe aos docentes (em especial, aos de Ciências da Natureza) oferecer resposta à seguinte pergunta: como diferenciar o falso do verdadeiro no que diz respeito ao conhecimento científico? (HÖTTECKE; ALLCHIN, 2020). Como ensinar os estudantes a diferenciarem os fatos das narrativas alternativas que negam esses fatos? Como fazer frente ao poder das mídias sociais na divulgação de inverdades e na promoção de dúvidas diante de fatos e evidências já consensualmente aceitos pela sociedade? (PEREIRA; FIGUEIRÔA, 2024)⁶.

A inclusão das QSC para o desenvolvimento da literacia científica pode contribuir, e de forma significativa, para o desenvolvimento de habilidades relacionadas à argumentação e à literacia científica crítica. De fato, há quem considere que esse deva ser o real foco da educação em ciências: a formação de cidadãos informados e críticos, capazes de mobilizar o conhecimento científico para a tomada de decisões relacionadas a contextos sociais e culturais (LEE; TRAN, 2023). Em outras

⁶ Aqui, é possível antever alguns obstáculos para a inclusão das QSC para o desenvolvimento da literacia científica. Evidências obtidas em outras pesquisas mostram o quanto frágil é o conhecimento dos estudantes de licenciatura em temas como História da Ciência, problemas sociais e questões filosóficas (Judensnaider; Figueirôa; 2023; 2024a).



palavras, formar cidadãos capazes de mobilizar não apenas o conhecimento científico *per si*, mas de utilizá-lo segundo uma perspectiva moral, ética, política, social e econômica, e de acordo com preceitos solidários e democráticos (LEE; TRAN, 2023).

Para García-Carmona (2023), a contextualização do conhecimento científico e o desenvolvimento das habilidades críticas envolvem uma série de aspectos passíveis de serem objeto de atenção para o desenvolvimento da literacia científica: a observação e a categorização do que é observado; o reconhecimento de padrões dos fenômenos da natureza; a elaboração de hipóteses; a construção de explicações com base em evidências; o reconhecimento dos limites individuais de percepção da realidade; e a comunicação e o compartilhamento de informações científicas. Nessa direção, e citando López et al. (2017), García-Carmona (2023) sugere o desenvolvimento de pensamento crítico na educação com base em alguns componentes: a) a visão da ciência como atividade humana, e suas relações com a tecnologia, a sociedade e o meio-ambiente; b) a apropriação de discursos que não se limitem às ideias hegemônicas; c) a análise crítica de fontes de informação; d) a incorporação de aspectos éticos e filosóficos na compreensão de problemas; e) a capacidade de reconhecer a (in)existência de evidências e/ou falácia nos argumentos utilizados pelas diferentes fontes; f) a autonomia na busca independente de opiniões; g) a tomada de decisões de forma racional e com base em julgamentos fundamentados; e h) o uso de linguagem apropriada a cada contexto e em função dos objetivos discursivos.

É possível esperar que, quanto maior a compreensão do indivíduo com relação à construção lógica de argumentos, melhor a qualidade da argumentação. Há várias formas de desenvolver as competências críticas das(os) alunas(os). Uma delas é a de promover oportunidades para que os estudantes possam adquirir e treinar a capacidade de argumentação,



recurso esse fundamental não apenas para cientistas e estudantes, mas para os cidadãos de forma geral, já que ele melhora a tomada de decisões, em especial quando se trata de problemas sócio-científicos enfrentados no dia a dia (BENIERMANN; MECKLENBURG; UPMEIER ZU BELZEN, 2021)⁷.

A inclusão das QSC na educação em ciência fornece, também, a oportunidade para discutir o fato de a ciência ser uma produção humana, determinada e limitada pelas possibilidades do tempo em que é produzida. Tal abordagem não implica, necessariamente, o desmerecimento da ciência: reconhecer os limites da construção e da apropriação do conhecimento científico não é o mesmo que colocá-lo no nível equivalente ao senso comum (VILELA; SELLES, 2020). Para Vilela e Selles (2020, p. 1732),

Os cientistas também recusam evidências factuais; a diferença é que eles as colocam à prova incessantemente e seus enunciados não são propriamente verdades, mas consensos que esgotaram provisoriamente as refutações, em um processo coletivo de validação entre os pares.

Esta discussão é favorecida pela inclusão de QSC no desenvolvimento da literacia científica, já que ela tem como base uma concepção contrária à que se consolidou e vem se perpetuando nos processos formais e informais de educação. Essa concepção errônea defende a ideia de uma ciência neutra, exata, infalível, que se constrói de forma linear e cumulativa, fruto de trabalho individual de pesquisadores geniais (CATARINO; REIS, 2021). Como bem complementam Osborne, Pimental, Alberts et al. (2022, p. 2),

atualmente, a educação em ciências, desde o ensino fundamental

⁷ Um bom exemplo da incorporação dessa abordagem pode ser encontrado no movimento CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), que vem tomando para si a prática da construção do discurso crítico em relação ao conhecimento científico e aos seus efeitos na sociedade. Tal abordagem perspectiva envolve incorporar não apenas os “benefícios” do que é produzido pela Ciência, mas também as contradições existentes na apropriação do conhecimento por parte da sociedade (Vilela; Selles, 2020). Entretanto, é importante que façamos uma distinção entre a abordagem CTSA e a abordagem QSC: esta última se propõe a ir além do estabelecimento de relações entre as dimensões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais: sua preocupação central está no desenvolvimento do senso ético e moral em função de situações que envolvem essas relações e, mais, julgamentos morais e éticos quando da tomada de decisões (Zeidler; Sadler; Simmons; Howes, 2005).



até a graduação, raramente, ou nunca, explica a seus estudantes como as ciências garantem que o conhecimento que elas produzem seja confiável. Essa omissão presta um desserviço à ciência e permite que a desinformação se espalhe... (OSBORNE; PIMENTAL; ALBERTS *et al.*, 2022, p. 2).

Para Zeidler, Herman e Sadler (2019), as QSC são um vetor no desenvolvimento da literacia científica já que costumam envolver problemas: a) relevantes e controversos, que exigem conhecimento científico e a capacidade de considerar evidências no processo de tomada de decisão; b) que provoquem diálogo, debate e argumentação entre pessoas com diferentes visões e opiniões sobre o tema; c) que, para sua solução, demandem o uso de razões morais e éticas.

Nesses termos, retomamos a pergunta para a qual estamos buscando uma resposta: a hesitação vacinal pode vir a ser uma QSC relevante e complexa o suficiente para o desenvolvimento da literacia científica e das habilidades críticas das(os) estudantes em relação às intrincadas relações entre ciência e sociedade?

A hesitação vacinal: uma alternativa para QSC para o desenvolvimento da literacia científica

A pandemia de Covid-19 acentuou um processo de desconstrução da autoridade da ciência que já vinha ocorrendo, anteriormente no tocante às questões ambientais de mudanças climáticas e aquecimento global. Assim, as campanhas de desinformação voltaram-se para as medidas de controle da disseminação da pandemia, tais como o isolamento social e a aceitação das vacinas.

Nos estudos por nós já realizados, encontramos sólidas evidências dos efeitos perversos dos comportamentos antivacinais. A cobertura vacinal contra doenças que já haviam sido radicadas – como a poliomielite, por exemplo – diminuiu sensivelmente (HELLER; JUDENSNAIDER;



GERKEN BRASIL; LANGA, 2022). Como resultado dos discursos conspiracionistas, grande parte da população viu-se inclinada a rejeitar vacinas que, tradicionalmente, faziam parte do calendário da população infantil, como é o caso da vacina tríplice (JUDENSNAIDER; FORATO, 2024). Ainda, a ascensão de governos de direita propagou a apologia do individualismo, defendendo que a vacinação deveria ser, antes de um problema de saúde pública, fruto de uma decisão individual (JUDENSNAIDER; FIGUEIRÔA, 2024b).

Todas essas questões extrapolam – e muito – as discussões científicas relacionadas às vacinas propriamente ditas. Desde seus supostos efeitos adversos, tais como a possibilidade de as vacinas introduzirem mecanismos de controle individual por meio de chips, no caso da Covid-19, ou de provocarem o autismo (boato que foi associado de forma intensa à vacina tríplice), até as campanhas para colocarem sob suspeita as ações da OMS (Organização Mundial da Saúde), tudo parece indicar a existência de um terreno fértil na sociedade para a divulgação da pseudociência e para o desprezo às fontes de autoridade tradicionalmente respeitadas (JUDENSNAIDER; FORATO, 2024; JUDENSNAIDER; FIGUEIRÔA, 2024B; PEREIRA; FIGUEIRÔA, 2024).

Tal cenário nos convence da urgência de preparar os jovens para tomar decisões que incluem de forma destacada o conhecimento científico. Embora esta não seja uma responsabilidade exclusiva do ambiente educacional, é inegável que a escola precisa atentar para a possibilidade de que o movimento antivacina e o terraplanismo sejam, de certa forma, consequências daquilo que é ensinado aos estudantes e da forma como isso acontece (CATARINO; REIS, 2021). É importante ressaltar: há, também, críticas dirigidas aos pesquisadores e docentes que têm se preocupado em discutir a natureza do conhecimento científico. Segundo essa perspectiva, a crítica (extremamente saudável e necessária) teria



comprometido a confiança das pessoas na ciência. Parece difícil para o senso comum entender que o fato de o conhecimento ser provisório não invalida teorias científicas exaustivamente elaboradas e comprovadas a partir de centenas de experimentos. Nesse mesmo sentido, Pereira e Figueirôa (2024, p. 5) afirmam:

Com o aumento ilimitado e divisão de especialidades e do trabalho cognitivo na ciência nas últimas décadas, torna-se uma tarefa árdua para qualquer indivíduo obter acesso às evidências que suportam um determinado resultado científico, compreender o argumento utilizado pelos cientistas para se chegar à determinada conclusão, e analisar se a metodologia ou o modelo estatístico utilizado em certo estudo é adequado para justificar os resultados obtidos.

Durante a pandemia, pouco se falou a respeito da construção do conhecimento vacinal que já vinha ocorrendo há séculos: os boatos sobre a suposta “rapidez” da invenção da vacina contra a Covid-19, bem como as suspeitas quanto aos testes e validação dos medicamentos, levam-nos a concluir que a sociedade sabe pouco sobre como a ciência (se) produz e como a comunidade científica vem desenvolvendo mecanismos para controlar seus próprios erros (BENIERMANN; MECKLENBURG; UPMEIER ZU BELZEN, 2021; RATCLIFFE; GRACE, 2003).

De acordo com a revisão por nós realizada (JUDENSNAIDER; FIGUEIRÔA, 2024b), são raros os fatores que promovem a hesitação vacinal que estão diretamente relacionados ao que a ciência já descobriu a respeito do controle de doenças e pandemias. Outros fatores, tais como visão de mundo, crenças e ideologia, têm grande participação na formação de atitudes antivacinais. De acordo com Beniermann, Mecklenburg e Upmeier Zu Belzen (2021), no caso dos movimentos anticiência, os aspectos de ordem sociocultural (tais como confiança na ciência, perfil político-ideológico, emoções e intuições dos indivíduos) somam-se à falta de literacia científica da sociedade. Tal tem sido o caso da rejeição da população à vacina contra sarampo, caxumba e rubéola (desenvolvida ao



longo da década de 1960), por conta de um artigo – posteriormente retratado – produzido por um médico inglês e que apresentava supostas “evidências” de uma relação entre a vacina tríplice e o autismo.

Nesse sentido, a discussão em sala de aula sobre a questão vacinal deve ir além do conhecimento científico a respeito de transmissão de doenças, da produção de anticorpos e dos mecanismos de testes clínicos: ela precisa incluir no currículo escolar, também, a questão da disseminação de informações de natureza científica e a interpretação crítica dos discursos negacionistas (RATCLIFFE; GRACE, 2003). Em outras palavras, os processos formais e informais de educação devem ir além da apropriação de conceitos científicos, agregando também – e principalmente – a análise dos impactos sociais da difusão do conhecimento científico. Mais: precisam incorporar a discussão sobre a distinção entre fatos e opiniões (RATCLIFFE; GRACE, 2003) e sobre a natureza do conhecimento científico, em especial quanto aos objetivos da investigação científica. Deve ficar claro que o desenvolvimento da Ciência não objetiva alcançar certezas definitivas, mas o de se aproximar, probabilisticamente, da compreensão da realidade, sempre expondo à prova e à dúvida o conhecimento alcançado. “O objetivo da ciência é o consenso - alcançado quando a resposta a uma questão empírica é tão universalmente aceita que não é mais de grande interesse investigar, e o campo seguiu em frente” (OSBORNE; PIMENTAL; ALBERTS; ALLCHIN *et al.*, 2022, p 18). Ainda, devem defender o caráter social e colaborativo da construção do conhecimento, combatendo a ideia de que afirmações ou achados individuais são, *per si*, suficientes para derrubar teorias já fartamente validadas:

Uma afirmação individual sozinha raramente é suficiente. Estudos subsequentes são necessários, muitas vezes usando métodos diferentes, para confirmar novas conclusões ou para mostrar como outros podem construir produtivamente novas descobertas. A replicação independente por outros cientistas indica que os mesmos métodos produzirão consistentemente os



mesmos resultados – outra ocasião para detectar erros. [...] Isso não significa que o conhecimento científico não seja confiável, mas que a incerteza é algo com que os cientistas aprenderam a conviver desenvolvendo ferramentas para limitar a incerteza inherente às descobertas empíricas. (OSBORNE; PIMENTAL; ALBERTS; ALLCHIN *et al.*, 2022, p. 22).

Os exemplos oferecidos pela hesitação vacinal ao tempo da pandemia de Covid-19 mostram que a alfabetização científica precisa incorporar noções sobre as formas sociais de produção e validação do conhecimento, bem como aspectos mais amplos e em escalas variáveis, o local e o global. Sharma (2020, apud LEVINSON, 2023), ao refletir sobre o vírus da COVID-19 e a pandemia decorrente, trouxe uma perspectiva abrangente, sintonizada com a abordagem QSC. Para ele, o que impulsiona uma pandemia são as relações de entidades heterogêneas com as possibilidades que permitem interações. Assim, para compreender as origens e a propagação do coronavírus, é necessário

(...) levar em conta os conjuntos de mercados globais, o comércio de seres não humanos em condições que permitem a transmissão de vírus entre não humanos e humanos, os meios de comunicação que apoiam e glorificam tais interações, as políticas e infraestruturas globais que promovem ou prejudicam a remediação sanitária, os discursos em torno dessas interações. Em outras palavras, a COVID-19 não é simplesmente um caso de transmissão de um vírus entre corpos, mas um conjunto muito mais amplo de entidades que interagem e mudam e influenciam o progresso da pandemia. (LEVINSON, 2023, p. 5).

As dimensões sociais, políticas, econômicas, culturais e históricas da construção do conhecimento científico, no entanto, parecem estar ausentes dos processos formais e informais de educação, como se as e os estudantes, sozinhas(os), fossem capazes de desenvolver noções epistemológicas, históricas e filosóficas sobre a produção do saber. Afinal, cabe perguntar o porquê de tantos acreditarem na possibilidade de independência cognitiva, ignorando o fato de que o conhecimento científico tem, como uma de suas principais características, a dependência epistêmica: mesmo dentro da comunidade científica, os não especialistas



são, do ponto de vista epistemológico, dependentes dos especialistas. Esse é um fenômeno natural, dada a crescente divisão do trabalho social, incluída aí a divisão do trabalho intelectual (PEREIRA; FIGUEIRÔA, 2024).

Dada a importância e a relevância desse conhecimento, vale questionar se não seria a escola, justamente, o espaço ideal para a discussão sobre as condições socioculturais a partir das quais a ciência é produzida, disseminada e validada. “Os estudantes precisam entender o suficiente sobre a natureza da ciência e da incerteza para descartar a imagem idealizada e irreal de uma ciência infalível e absolutamente certa” (OSBORNE; PIMENTAL; ALBERTS; ALLCHIN *et al.*, 2022, p. 23). Afinal, “ao mesmo tempo em que vemos a projeção da Ciência como melhor possibilidade para enfrentarmos a pandemia, há o aparecimento de discursos anticiência, aumentando as controvérsias científicas” (CATARINO; REIS, 2021, p. 6).

Se nos aprofundarmos ainda mais na questão, talvez descubramos que, mesmo no caso de conteúdos “puramente científicos”, o ambiente escolar tem falhado em estabelecer conexões entre o que é aprendido e a realidade. Pode ter sido o caso, por exemplo, das controvérsias em torno de gráficos sobre curvas de probabilidade de contaminação e efeitos adversos das doenças e vacinas quando da pandemia de Covid-19. É plausível imaginar que, até mesmo no tocante à educação “puramente” matemática, o ambiente escolar esteja falhando em mostrar para as e os estudantes as diferenças entre certezas e probabilidades, entre amostras, população e margens de erro, e entre correlação e causalidade (OSBORNE; PIMENTAL; ALBERTS; ALLCHIN *et al.*, 2022).

Nos termos propostos por Zeidler, Herman e Sadler (2019), a hesitação vacinal atende a vários requisitos das QSC: a) é um tema relevante e controverso; b) tem sido objeto de discussão na mídia e nos ambientes acadêmicos, gerando conflitos e embates entre opiniões



divergentes; e c) para sua solução, requer a mobilização não apenas das competências racionais, mas também as associadas à moralidade e à ética. Por outro lado, nos termos propostos por García-Carmona (2023), e se lançarmos os olhos para a história da Medicina e do desenvolvimento das vacinas, a questão vacinal tangencia:

- a) o reconhecimento de padrões dos fenômenos da natureza (por exemplo, no caso das descobertas do cientista inglês Edward Jenner para o desenvolvimento da vacina contra varíola, no século XIX, quando ele observou que pessoas em contato com vacas adquiriam imunidade contra a doença);
- b) a compreensão dos processos de observação/elaboração de hipóteses/testes (por exemplo, a estratégia PICO⁸ na área de saúde para testes clínicos, no contexto de práticas baseadas em evidências);
- c) o entendimento do caráter colaborativo do desenvolvimento científico (por exemplo, a identificação do vírus da AIDS no final do século XX, cuja autoria foi disputada pelo cientista americano Robert Gallo e pelo instituto francês de pesquisa Pasteur);
- d) o compartilhamento de informações científicas (por exemplo, no caso da revolta da vacina no Brasil do início do século XX, quando o caráter mandatório e autoritário da campanha a favor da vacinação gerou conflitos e reações contrárias à medicação; também vale mencionar a recusa do governo brasileiro em admitir – e, portanto, em informar a população – sobre a epidemia de meningite na década de 1970);
- e) a análise crítica de fontes de informação (por exemplo, no caso da pandemia de Covid-19, em relação ao descarte de medicamentos ineficazes, tais como a hidroxicloroquina e a ivermectina);

⁸ O “P” refere-se à população; “I”, à intervenção; “C”, ao controle; e “O”, ao resultado (*outcome*). Apenas para exemplificar: no caso de um teste do medicamento (“I”), ele seria utilizado junto a uma amostra (“P”), e os resultados (“O”) seriam comparados com um grupo de controle que receberia apenas um placebo (“C”).



f) a incorporação de aspectos éticos e filosóficos na compreensão de problemas envolvendo o conhecimento científico (por exemplo, no caso da pandemia de Covid-19, as controvérsias entre direitos individuais e direitos coletivos, e entre políticas locais *versus* políticas globais);

g) o reconhecimento das faláciais e erros lógicos nos discursos supostamente científicos (por exemplo, no caso do negacionismo vacinal em que os emissários utilizam a linguagem da ciência para gerar dúvidas a respeito do conhecimento científico já validado; também podem ser mencionados os equívocos permeando a compreensão dos fenômenos da imunidade de rebanho e da erradicação de doenças);

h) a compreensão dos fatores socioculturais na elaboração das representações sociais das doenças (por exemplo, nos casos da tuberculose, no século XIX, tida como uma doença dos “românticos”, e da AIDS, no século XX percebida como punição divina a determinados comportamentos sexuais) (SONTAG, 2007);

i) a importância de crenças religiosas na aceitação ou não de vacinas (por exemplo, no caso da pandemia de Covid-19, a recusa de grupos radicais religiosos em tomar uma vacina cujos componentes eram tidos como “desconhecidos”);

j) o entendimento do caráter provisório do conhecimento científico com relação a doenças virais (por exemplo, no caso das vacinas contra *influenza*, continua e constantemente atualizadas e validadas);

k) a capacidade crítica de perceber a motivação por trás de discursos negacionistas em função de fatores exógenos à letalidade de doenças e à eficácia de vacinas (como, por exemplo, a recusa do governo Bolsonaro em admitir a existência da pandemia de Covid-19 e os discursos que buscaram construir a ideia de que o coronavírus seria uma doença “chinesa”);



Parece legítimo acreditar que uma educação voltada à ampliação da literacia científica e que explore a contextualização social dos desenvolvimentos e aplicações da ciência pode estimular a formação cidadã das(os) alunas(os), tornando-os aptos a tomar decisões e a fazer escolhas. Nesse sentido, a inclusão da hesitação vacinal como QSC oferece oportunidades especiais de estabelecer diálogo entre várias áreas do conhecimento, tais como a História, a Linguagem, as Ciências da Natureza, a Matemática, a Filosofia e a Sociologia (BASCH; BASCH, 2022). Não se trata meramente de discutir a hesitação vacinal como “complementar” ao ensino formal, programático, mas de contextualizar o conhecimento científico e participar, ativamente, da construção de uma cidadania científica junto aos estudantes.

Todos esses aspectos justificam, a nosso ver, a inclusão da hesitação vacinal como QSC na Educação Científica. A pandemia trouxe a urgência de cultivar, nos ambientes formais e informais de educação, “uma postura e uma prática mais dialógicas, caminhando em direção à complexidade e à evolução histórica, cultural e social dos conceitos, e possibilitando propostas interdisciplinares inclusivas, essenciais para uma visão crítica do mundo”. (CATARINO; REIS, 2021, p. 1)

A inclusão da hesitação vacinal como QSC para o desenvolvimento da literacia científica: considerações finais

A inclusão da hesitação vacinal como QSC para o desenvolvimento da literacia científica oferece, como benefícios, a oportunidade de discutir a produção da ciência em função de determinadas condições históricas e socioculturais. Mais: ao trazer para a sala de aula questões filosóficas, metodológicas e epistemológicas (todas associadas às discussões sobre a natureza do conhecimento científico), a reflexão sobre a hesitação vacinal permite que as(os) alunas(os) estejam mais bem municiados para



considerar, de forma crítica, as inúmeras narrativas propagadas pelos meios de comunicação, tanto aquelas a favor da vacinação como as que emergem de discursos antivacinais e negacionistas. Caso o ambiente escolar não traga para si essa tarefa, não deverá ser estranho que a sociedade desenvolva mecanismos para escolher a “opinião” ou os “fatos alternativos” que melhor aderirem a suas convicções pessoais. Nesse sentido, o ambiente escolar pode transformar-se, também, numa barreira a mais para o negacionismo científico ressignificado pelo movimento conservador. Dessa forma, a inclusão da hesitação vacinal como QSC na educação científica contribui para tornar o ambiente escolar mais amparado no seu trabalho de construir e disseminar o conhecimento científico, ao mesmo tempo em que busca diminuir os danos causados pelas mídias sociais e pela circulação de teorias conspiratórias e *fake news*.

Entretanto, devem ser consideradas algumas dificuldades para a introdução das QSC na educação científica, tanto em termos gerais quanto nos termos específicos da questão da hesitação vacinal: afinal, para que os professores possam trabalhar o tema sob a perspectiva das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (e Ambiente), é necessário que eles tenham tido acesso à formação necessária em cursos de licenciatura ou de formação continuada. Tal formação envolve não apenas os conteúdos científicos relacionados a epidemias, vírus, pandemias e vacinas, mas também os conteúdos relacionados à construção do conhecimento científico, em especial os epistemológicos.

Todas essas questões ainda aguardam soluções menos pontuais, mais gerais e duradouras, que não estão somente nas mãos da escola e do professorado, mas atingem os níveis de políticas de governos – e de Estado. Porém, acreditamos que esse trabalho é possível e eficaz no nível da escola e da sala de aula – afinal, é preciso começar de algum ponto em algum



momento.

Vaccine hesitancy as a socio-scientific issue (SSI) for the development of scientific literacy

Abstract

The COVID-19 pandemic has exposed a process of deconstruction of science's authority that has been underway for several decades. During that period, the spread of rumors, fake news, and conspiracy theories was noticeable, highlighting the existence of fertile ground in society for misinformation and a lack of trust in traditional sources of authority. Science is currently under suspicion, and pseudoscientific information circulates and is validated on social media. This scenario underscores the importance of incorporating mechanisms that foster scientific literacy and dialogue between scientific knowledge and the sociocultural contexts from which this knowledge originates. Socioscientific issues (SSIs) involve scientific problems and their interconnections with the social environment. The question we seek to answer in this text is: Does vaccine hesitancy, defined as a movement of refusal or reluctance to accept vaccines, become a sufficiently relevant and complex SSI for the development of students' scientific literacy and critical skills in relation to the intricate relationships between Science and Society? As a result of an investigation conducted based on secondary bibliographic sources, we suggest the inclusion of vaccine hesitancy in the context of SSI for the development of scientific literacy, in the expectation that decisions that affect society are made by conscious and correctly informed citizens, especially when the issues involve public health and environmental problems.

Keywords: SSI; scientific literacy; Vaccine Hesitancy.

Referências

BASCH, Charles E.; BASCH, Corey H. Epidemiology, secondary school curricula, and preparing the next generation for global citizenship. **JMIR Public Health and Surveillance**, v. 8, n. 3, p. e36006, 2022. Disponível em: <<https://publichealth.jmir.org/2022/3/e36006/>>. Acesso em: 20 fev. 2025.

BENIERMANN, Anna; MECKLENBURG, Laurens; UPMEIER ZU BELZEN, Annette. Reasoning on controversial science issues in science education and science communication. **Education Sciences**, v. 11, n. 9, p. 522, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/11/9/522>. Acesso em: 13 fev. 2025.

BOAS, Ma. Stela V.; SANTOS, Bárbara A, P. dos; MOZZER, Nilmara B. Uma ferramenta para orientar e mapear sequências didáticas fundamentadas em Questões Sociocientíficas. **ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec.**, v. 17, p. 1-36, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.5007/1982-5153.2024.e96539>>. Acesso em: 01 maio 2025.



CARUSO, Francisco; MARQUES, Adílio Jorge. Essay on scientific denial in times of pandemic. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 11, p. e82101119538, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i11.19538. Disponível em: <https://rsdjurnal.org/index.php/rsd/article/view/19538>. Acesso em: 13 feb. 2025.

CASSIANI, Suzani; SELLES, Sandra E.; OSTERMANN, Fernanda. Denialism and anti-science criticism: decolonial questions. **Ciência & Educação**, v. 28, e22000A, p. 1-11, 2022. doi: <https://doi.org/10.1590/1516-731320220000A>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/WSht8HLnnbGLdBH4nFCWBJS/?lang=en>>. Acesso em: 21 maio 2025.

CATARINO, Giselle Faur de Castro; REIS, José Cláudio de Oliveira. A pesquisa em ensino de ciências e a educação científica em tempos de pandemia: reflexões sobre natureza da ciência e interdisciplinaridade. **Ciênc. educ. (Bauru)**, v. 27, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/FQqSBXBx4x3pzKLzkrXTLwG/>. Acesso em: 13 feb. 2025.

CONRADO, Dália M.; NUNES-NETO, Nei. **Questões sociocientíficas:** fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. [online]. Salvador: EDUFBA, 2018, 570 p.
<https://doi.org/10.7476/9788523220174>. Disponível em: <<https://books.scielo.org/id/n7g56>>. Acesso em: 21 maio 2025.

GARCÍA-CARMONA, Antonio. Scientific thinking and critical thinking in science education: Two distinct but symbiotically related intellectual processes. **Science & Education**, p. 1-19, 2023. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-023-00460-5>>; acesso em: 22 fev. 2025.

HELLER, Barbara; JUDENSNAIDER, Ivy; GERKEN BRASIL, Bettina; LANGA, Estevão Salvador. Desinformação e avanço da poliomielite no Brasil (2000–2021). Animus. **Revista Interamericana de Comunicação Midiática**, v. 21, n. 47, 2022. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/animus/article/view/72259>>. Acesso em: 13 maio 2025.

HÖTTECKE, Dietmar; ALLCHIN, Douglas. Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. **Science Education**, v. 104, n. 4, p. 641-666, 2020. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/sce.21575>>; acesso em: 22 fev. 2025.

JUDENSNAIDER, Ivy; FIGUEIRÔA, Silvia Fernanda de Mendonça. Conteúdos históricos, filosóficos e pedagógicos nas provas do Enade 2017 dos cursos de licenciatura em biologia, física, matemática e química. **Revista Brasileira de**



História da Ciência, v. 16, n. 1, p. 268-290, 2023.

Disponível em: <https://rbhciencia.emnuvens.com.br/revista/article/view/849>.

Acesso em: 13 maio 2025.

JUDENSNAIDER, Ivy; FIGUEIRÔA, Silvia Fernanda de Mendonça. O status socioeconômico e o desempenho de licenciandos em Biologia, Física, Matemática e Química nos conteúdos de História e Filosofia da Ciência no Enade 2017.

Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, v. 104, p. e5612, 2024.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbeped/a/vfVPRHsfLyRyN59RWKv7DWt/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 13 maio 2025.

JUDENSNAIDER, Ivy; FIGUEIRÔA, Silvia Fernanda de Mendonça. La colaboración entre educación para la ciudadanía y educación científica en el fortalecimiento de la ciudadanía vacunal: Una revisión de la literatura sobre vacilación y rechazo de las vacunas en el siglo XX. **Prometeica - Revista de Filosofía y Ciencias**, São Paulo, Brasil, v. 30, p. 144-160, 2024. DOI: 10.34024/prometeica.2024.30.18931. Disponível em:

<https://periodicos.unifesp.br/index.php/prometeica/article/view/18931>.

Acesso em: 13 may. 2025.

JUDENSNAIDER, Ivy; FORATO, Thaís Cyrino de Mello. A sinergia entre a agenda política de extrema direita e o negacionismo vacinal: rastreando a convergência entre as duas pautas. *Acta Scientiarum. Human and Social Sciences*, v. 46, n. 2, 2024. Disponível em:

<<https://www.proquest.com/openview/572b16ee0aba93470612ddc2bd3a96cc/1?cbl=2037654&pq-origsite=gscholar>>. Acesso em: 13 maio 2025.

LEE, Star W.; TRAN, Stacy. Students need more than content knowledge to counter vaccine hesitancy. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 24, n. 2, p. e00047-23, 2023. Disponível em:

<<https://journals.asm.org/doi/full/10.1128/jmbe.00047-23>>. Acesso em: 24 fev. 2025.

LEVINSON, Ralph. Questões socientíficas na ciência escolar: uma sugestão teórica. **Ciência & Educação**, v. 29, e23000A, p. 1-9, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1590/1516-73132023000A>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/sRDWRtqGxQdbtCBZ39cSV4g/?lang=pt>>. Acesso em: 13 maio 2025.

LEVINSON, Ralph. Science education and democratic participation: an uneasy congruence? **Studies in Science Education**, Abingdon, UK, v. 46, n. 1, p. 69-118, 2010. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03057260903562433>>. Acesso em: 13 maio 2025.

MELO, Pedro N.; CONRADO, Dália M.; NUNES-NETO, Nei. Aproximando pedagogia libertadora, educação CTSA crítica e ensino por QSC para ações



sociopolíticas e socioambientais. **ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec.**, v. 17, p. 1-27, 2024. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2024.e9373>. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9893314>>. Acesso em: 13 maio 2025.

OSBORNE, Jonathan; PIMENTAL, Daniel; ALBERTS, Bruce; ALLCHIN, Douglas; BARZILAI, Sarit; BERGSTROM, Carl; COFFEY, Janet; DONOVAN, Brian; KIVINEN, Karl; KOZYREVA, Anastasia; WINEBURG, Sam. (2022). **Science education in an age of misinformation**. Stanford University, Stanford, CA. Disponível em:
<<https://sciedandmisinfo.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj25316/files/media/file/educacao-em-ciencias-em-tempos-de-desinformacao1.pdf>>; acesso em: 24 fev. 2025.

PEREIRA, Aldo A. G.; FIGUEIRÔA, Silvia Fernanda de Mendonça. Epistemologia social e desinformação científica: perspectivas para a educação em Ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 26, p. e52480, 2024. Disponível em:
<<https://www.scielo.br/j/epec/a/t3H9ThG5qfdbWdgnszLHWzF/>>. Acesso em: 21 maio 2025.

PIVARO, Gabriela F.; GIROTTI Jr., Gildo. Qual ciência é negada nas Redes Sociais? Reflexões de uma pesquisa etnográfica em uma comunidade virtual negacionista. **Investigações em Ensino de Ciências**, V.27 (1), pp. 435-458, 2022. DOI:10.22600/1518-8795.ienci2022v27n1p435. Acesso em: 25 maio 2025.

RATCLIFFE, Mary; GRACE, Marcus. **Science education for citizenship: Teaching socio-scientific issues**. Open University Press: Maidenhead: Philadelphia, 2003.

SADLER, Troy D.; AMIRSHOKOOGHI, Aidin; KAZEMPOUR, Mahsa; ALLSPAW, Kathleen M. (2006). Socioscience and ethics in science classrooms: Teacher perspectives and strategies. **Journal of Research in Science Teaching**, 43, 353-376. DOI: 10.1002/tea.20142

SILVA, Edyth P. Campos; FRANCO, Luiz Gustavo; MENDONÇA, Paula Cristina C. Ensino de ciências por investigação e Questões Sociocientíficas em sala de aula: conexões a partir da análise de práticas epistêmicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e47892, 1-29, 2024. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2024u95123.

SONTAG, Susan. **Doença como metáfora**/AIDS e suas metáforas. Editora Companhia das Letras, 2007.

VILELA, Mariana L.; SELLES, Sandra E. (2020). É possível uma educação em ciências crítica em tempos de negacionismo científico? **Caderno Brasileiro De Ensino de Física**, 37(3), 1722-1747. Disponível em:



<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1722>. Acesso em: 03 abr. 2025.

ZEIDLER, Dana L.; HERMAN, Benjamin C.; SADLER, Troy D. New directions in socioscientific issues research. **Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research**, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2019. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1186/s43031-019-0008-7>>. Acesso em: 21 maio 2025.

ZEIDLER, Dana L.; SADLER, Troy D.; SIMMONS, Michael L.; HOWES, Elaine V. Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. **Science education**, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.20048>>. Acesso em: 11 maio 2025.

