



ENFRENTAMENTOS PARA O NEGACIONISMO CIENTÍFICO: EXPLORANDO A NATUREZA DA CIÊNCIA A PARTIR DE FACT-CHECKING

Confrontations to Scientific Denialism: Exploring the Nature of Science Through Fact-checking

Carolina Santos Bonfim [carol.sb88@gmail.com]

Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências

Universidade de Brasília (UnB)

Campus Universitário Darcy Ribeiro, s/n, Brasília, Distrito Federal, Brasil

Roseline Beatriz Strieder [roseline.s@ufsc.br]

Departamento de Física

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, s/n, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil

Resumo

O negacionismo científico, marcado pelo descrédito e pela falta de confiança nas ciências e em suas instituições, aliado a problemas recorrentes na educação científica, tem levado pesquisadores a repensar estratégias e a buscar caminhos tanto para compreender o fenômeno quanto para combater seu impacto no ensino e aprendizagem de ciências. Nessa direção, este estudo objetiva avaliar o potencial pedagógico de publicações do tipo *fact-checking* para a abordagem de noções sobre natureza da ciência (NDC) em aulas de ciências. Para isso, identificamos e caracterizamos elementos de NDC em *fact-checking* sobre vacinas e autismo, com base no perfil parcial de confiabilidade na ciência, proposto por Douglas Allchin e colaboradores, incluindo suas atualizações voltadas ao contexto das mídias sociais. A partir dessa análise, inferimos que há uma prevalência de dimensões relacionadas ao eixo sociocultural em detrimento dos eixos conceituais e observacionais. Enfatizamos que autoridade, credibilidade, confiança epistêmica e dependência epistêmica, fatores associados à comunicação, tiveram destaque no âmbito das *fake news*. Diante desse resultado, apontamos possibilidades para trabalhar em sala de aula aspectos de NDC pouco aludidos pelas publicações. Esperamos que as discussões aqui apresentadas sejam fomentadas na formação de professores de ciências, contribuindo para sua abordagem na educação básica, especialmente em cenários negacionistas.

Palavras-Chave: Vacinas; Credibilidade; *Fake news*

Abstract

Scientific denialism is characterized by discrediting and dismissing science and its institutions. Alongside recurrent challenges in scientific education, denialism has prompted researchers to rethink strategies and seek new approaches to understand the phenomenon and combat its impact on science teaching and learning. In the same way, this study aims to evaluate the teaching potential of fact-checking publications to explore the Nature of Science (NOS). To reach this goal, we identified and characterized NOS elements in fact-checking about vaccines and autism based on Douglas Allchin and collaborators' partial inventory of dimensions of reliability in science, including its updates focused on the social media context. From this analysis, we inferred that dimensions related to the sociocultural axis predominate in the sample, compared with the conceptual and observational axes. We emphasize that related to communication-related factors, such as authority, credibility, and epistemic trust and dependence, are prevalent. According to the results, we point out different paths to work NOS aspects that are less alluded to in the publications. We hope this discussion will encourage further exploration and thus contribute to its approach from teaching training to basic education.

Keywords: Vaccines; Credibility; *Fake news*.

INTRODUÇÃO

A educação científica ocidental vem enfrentando uma crise sinalizada há longa data, marcada por distintos aspectos, como a falta de interesse dos estudantes pelas carreiras de ciência e tecnologia, as concepções “ingênuas” de estudantes e professores sobre natureza da ciência (NDC) e a ausência de sentido atribuída ao conhecimento científico escolar (Matthews, 1992; Fouréz, 2003). Aliada a esses problemas, recentemente, tem recebido destaque a proliferação de uma visão acientífica da realidade, como evidenciado pela ascensão de movimentos negacionistas (antivacina, terraplanista, negacionismo climático etc.).

Dados divulgados pelos institutos Abramundo e Paulo Montenegro e pela ONG Ação Educativa apontam que 76% da população brasileira não consegue compreender os termos científicos que lê, além de ser incapaz de contextualizá-los em situações cotidianas (Guimarães, 2014). Pesquisa recente realizada pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) demonstrou que, dos 21 países investigados, no Brasil foram obtidos os piores índices na identificação de *fake news* (Gomes, 2024). A frequência de acerto para a pergunta “vacinas causam autismo?” é de 64% e varia de acordo com o grau de instrução dos entrevistados (Massarani, Polino, Moreira, Fagundes, & Castelfranchi, 2022). A referida pesquisa também indicou uma redução tanto da confiança na ciência quanto nas vacinas no Brasil. Outro estudo, conduzido pelo Centro Sou Ciência, revela que três em cada dez brasileiros hesitam em se vacinar, influenciados por convicções políticas, religiosas, poder aquisitivo e acesso à educação (Sou Ciência, 2023). Da mesma forma, múltiplos estudos realizados em diferentes países evidenciaram porcentagens significativas de suas populações hesitantes em relação a campanhas de vacinação, com máximos de aceitação de 77,6% para o público geral em relação às vacinas da COVID-19 e apenas 69% para imunizantes contra a influenza (Troiano & Nardi, 2021).

A relação entre analfabetismo científico e negacionismo carece de mais estudos, não sendo possível afirmar que as elevadas taxas de analfabetismo científico são as principais responsáveis pela perpetuação da desconfiança nas ciências, nas instituições e nos experts. Em especial, porque na Europa e nos Estados Unidos as taxas de analfabetismo são baixas e, ainda assim, há um expressivo número de adeptos de movimentos negacionistas. Por exemplo, 27% dos europeus, mesmo depois da crise do coronavírus, afirmam não confiar nos cientistas (Krause & Leonardo, 2020) e 80% das notícias de cunho negacionista veiculadas pela mídia são dos EUA e Reino Unido (Farrell, 2016). Esse cenário ratifica a ocorrência de um fenômeno que merece atenção.

Até a ascensão das redes sociais, a mídia tradicional era responsável por divulgar conhecimento científico para os leigos (Höttecke & Allchin, 2020). De certa forma, podemos dizer que esse canal de comunicação contribuía (e ainda contribui) para sustentar, em certa medida, a confiabilidade da prática científica. Atualmente, o que vemos é um cenário no qual as mídias tradicionais competem com as redes sociais e aplicativos de comunicação instantânea, que vêm abalando a confiança nas ciências e instituições com a profusão de notícias falsas. Isso torna cada vez mais difícil discernir entre as afirmações cientificamente justificadas e *fake news*: “que afirmações de conhecimento (ou fontes de expertise) podem ser consideradas críveis” (Höttecke & Allchin, 2020, p. 642) em tempos de negacionismo?

Höttecke e Allchin (2020) salientam a importância de depreender como as afirmações científicas mantêm sua integridade e confiabilidade enquanto percorrem o longo caminho desde laboratórios e locais de campo, passando por comunidades de cientistas especialistas, até o discurso público, especialmente através das mídias sociais. Esse processo configura um desafio para as novas abordagens de natureza da ciência – um construto pedagógico que trata da inserção de conhecimentos metacientíficos em diversos contextos de ensino (Bejarano, Adúriz-Bravo, & Bonfim, 2019). Na visão de Allchin (2013, 2017), NDC se refere à abordagem de aspectos observacionais, conceituais e socioculturais que refletem a confiabilidade da ciência. Soma-se a essa perspectiva a proposta de Höttecke e Allchin (2020) para a abordagem de NDC no contexto da alfabetização científica midiática, ao incluir discussões sobre credibilidade, confiança e dependência epistêmicas. Nesse âmbito, é imprescindível compreender e ensinar sobre como as afirmações de natureza científica são transformadas “à medida em que são utilizadas (ou mal utilizadas) e compreendidas (ou mal compreendidas)” (Höttecke & Allchin, 2020, p. 644, tradução nossa) pelas pessoas. Isso, por sua vez, implica repensar o ensino e aprendizagem de NDC.

De acordo com Cofré et al. (2019) e Garcia-Carmona (2024), o ensino e a aprendizagem de NDC têm se concentrado em aspectos internos da ciência, negligenciando como a ciência influencia e é influenciada pela economia, política, ética, entre outros fatores. Segundo Höttecke e Allchin (2020), essas questões, mais bem tratadas pela Educação CTS (Ciência, Tecnologia, Sociedade) e pelas Questões Sociocientíficas (QSC), precisam ser integradas às abordagens de NDC. Como proposta, os autores

ampliam a dimensão “comunicação” presente no inventário parcial de confiabilidade na ciência, de modo a também abranger as preocupações com o contexto midiático, impactado por *fake news*.

Sendo assim, o objetivo da presente pesquisa é avaliar o potencial pedagógico de publicações do tipo *fact-checking* para discutir noções de NDC em aulas de ciências. Optamos por esse tipo de publicação, uma vez que surgiram em resposta ao movimento negacionista, como um novo modelo jornalístico que busca combater a desinformação por meio da verificação de informações que circulam na internet, principalmente as veiculadas em redes sociais. Dessa forma, as publicações do tipo *fact-checking* podem ser um recurso utilizado nas aulas de ciências com uma maior intencionalidade pedagógica, particularmente no que se refere ao negacionismo científico.

Em relação à temática, selecionamos publicações que procuram comprovar que não há relação entre vacinas e autismo. Uma das principais *fake news* envolvendo vacinas é a de que “vacinas contra sarampo provocam autismo” (Kato, 2021, s/p). Apesar da pandemia de COVID-19 ter reforçado a importância da vacinação, houve um crescimento de 131% nas *fake news* antivacina com o início da imunização (Tiengo, 2021). Para identificação e caracterização dos elementos de NDC, utilizamos a *Whole Science* (incluindo suas atualizações), proposta por Douglas Allchin, devido à sua explícita preocupação com a forma como as afirmações de natureza científica são veiculadas pelas mídias sociais.

ENTRE O NEGACIONISMO E A (DES)CONFIANÇA NAS CIÊNCIAS

O negacionismo científico é um fenômeno marcado pelo descrédito, pela descredibilidade, pela desvalorização, pela falta de confiança e pelo ceticismo na ciência e suas instituições (Gurgel, 2023). É um movimento que surge de vários lugares. Há o negacionismo histórico, quando se nega a ocorrência do Holocausto, por exemplo; climático, quando se nega a existência do aquecimento global; evolutivo, quando se advoga em favor do design inteligente e do criacionismo em detrimento da teoria evolucionista; do formato da Terra, quando se defende que a Terra é plana; da pandemia de COVID-19 e das vacinas, de certa forma imbricados, pois houve (e tem havido) muita recusa à vacinação, apesar de os movimentos antivacina serem anteriores à pandemia.

Então, o que tem gerado o negacionismo? Quais seriam suas causas? Há formas de superá-lo? Quais saídas estão sendo propostas? De antemão, é preciso mencionar que o ceticismo e a falta de confiança nas ciências acompanham sua evolução. Da mesma forma, as teorias conspiracionistas existem bem antes da noção de ciência moderna, visto que acompanham a evolução humana (Barkun, 2013; Cassiani, Selles, & Ostermann, 2022). “Mesmo que possamos considerar que a pós-verdade não seja um movimento recente, a pandemia escancarou um mundo em que a confiança na ciência não é mais capaz de sensibilizar uma significativa parcela da sociedade” (Guerra, Moura & Gurgel, 2020, p. 1017). Os tempos atuais (chamados por alguns autores de tempos da pós-verdade) se diferenciam de outros momentos da história, pois o “advento das redes sociais permite que a expressão dessas crenças atinja um maior público e, consequentemente, pode injetar oxigênio às brasas de ideias divergentes” (Bonfim & Garcia, 2021, p. 14), mais do que isso, às brasas de falsas ideias.

O termo “*denialism*” ou “negacionismo” praticamente não era usado até antes da década de 2000, período no qual se inicia uma curva de inflexão ascendente no Google Books Ngram Viewer. Vários autores de diferentes áreas vêm estudando a questão. Aqui, destacamos o que pesquisadores da história, filosofia e educação em ciências vêm discutindo a respeito da temática, embora esse recorte por si só já limite as discussões, uma vez que boa parte desses autores sugere que a separação entre ciência e sociedade seja o nó górdio dessa problemática. Mesmo que diferentes campos busquem uma resposta individual, o negacionismo inegavelmente é um fenômeno interdisciplinar.

Por serem consideradas posturas “avessas à ciência” e frequentemente associadas entre si, pseudociência, negacionismo, ceticismo e anticientificismo muitas vezes são vistas como semelhantes, embora apresentem significados diferentes (Miguel, Santos, & Souza, 2022). Aqui, enfocamos nos movimentos negacionistas que, em maior ou menor ênfase, se apoiam em teorias conspiratórias, espalham *fake news* e se baseiam na negação de conhecimentos científicos já estabelecidos por consenso; ao contrário, aderem a discursos “controversos” na comunidade científica. Ou seja, a desconfiança vem da implantação de uma incerteza na comunidade científica sobre determinado assunto, como na recorrente máxima “cientistas não estão certos disso e por isso eu vou duvidar da existência/origem do aquecimento global”. Nas palavras de Latour (2014, p. 16): “o sucesso dos negacionistas não reside em vencer algum conflito, mas simplesmente em assegurar que o resto do público esteja convencido de que há um conflito”. Isso já é suficiente para paralisar as políticas públicas de combate às mudanças climáticas, principalmente

quando líderes políticos (como Donald Trump, Jair Bolsonaro e Rishi Sunak, entre outros) adotam essa postura em prol de seus próprios interesses.

Apesar de todos esses movimentos serem denominados “negacionistas”, cada um possui suas próprias características e apresenta diferentes níveis de aproximação com a ciência. Superficialmente, podemos admitir que em uma escala decrescente de desconfiança, temos: criacionistas, terraplanistas, antivacina e negacionistas do aquecimento global. Para os criacionistas, a teoria evolutiva, que tem Darwin como figura central, é falsa e tratada como heresia, visto que atribuem à Bíblia as explicações legítimas. Desse modo, negam todo conhecimento científico que consideram um ataque às suas crenças religiosas. Por outro lado, os terraplanistas buscam algum amparo nas ciências (mesmo que de forma torpe) para paradoxalmente sustentar seus questionamentos sobre teorias amplamente aceitas por cientistas.

Do ponto de vista científico, nunca existiu um debate sobre a planicidade da Terra. É uma discussão desconsiderada pela comunidade científica (Bonfim & Garcia, 2021). Entretanto, eles se apoiam em conhecimentos físicos consolidados, como eletromagnetismo, enquanto desconsideram outros, como a gravidade. Todavia, o movimento antivacina tem suas raízes ligadas à comunidade científica, pois uma de suas grandes lideranças é Andrew Wakefield, médico e pesquisador (atualmente com registro cassado) que publicou um artigo na *The Lancet*, uma prestigiada revista da área de medicina, relacionando autismo à vacina tríplice viral. Posteriormente, foi comprovado que o então médico, incorrendo em má conduta, fraudou a pesquisa. O estrago, porém, já estava feito, uma vez que seu estudo havia sido amplamente difundido e utilizado como base para contestações por parte dos movimentos antivacina. Por fim, os negacionistas do aquecimento global, que variam desde contestar completamente o aquecimento a desconsiderar o caráter antropogênico do fenômeno, possuem uma relação mais estreita com a ciência, visto que muitos dos questionamentos são feitos também por cientistas.

A partir da análise do movimento terraplanista, Bonfim e Garcia (2021) explicitam algumas características que podem se estender a outros movimentos: negar conhecimentos já validados, principalmente, quando esses conhecimentos contrariam suas “teorias”; recorrer a teorias e experimentos já refutados em outros momentos da história, quando estes se alinharam aos seus interesses; realizar experimentos sem o mínimo de rigor científico; limitar a observação a aspectos visuais; recorrer a cálculos matemáticos e dados alicerçados em premissas falsas; e, se apoiar em não especialistas, nesse caso, a palavra de um especialista muitas vezes tem o mesmo peso ou até menos do que a opinião de qualquer outro indivíduo.

Outra forma de classificar esses movimentos é em relação aos seus impactos na sociedade. Tais movimentos podem decorrer de (e gerar) prejuízos na educação dos indivíduos, uma vez que dificultam o processo de enculturação científica (Condé, 2023). Este seria o maior impacto ocasionado pelo movimento terraplanista.

Em comparação, os movimentos antivacina e os negacionistas do aquecimento global têm um impacto ainda mais negativo na sociedade. As teorias conspiratórias climáticas podem dificultar a adoção de medidas eficazes para mitigar e adaptar-se aos efeitos do aquecimento global, como a redução das emissões de gases de efeito estufa, o uso de energias renováveis e a proteção da biodiversidade. Os negacionistas do aquecimento global contribuem para a desinformação, a polarização e o ceticismo sobre a ciência e a democracia, colocando em risco o bem-estar e o futuro das gerações atuais e futuras. Isto é, silenciam os processos de participação social e, por conseguinte, impossibilitam a promoção da justiça ambiental. Já os movimentos antivacina afetam diretamente os sistemas de saúde pública, possibilitando, inclusive, o agravamento de epidemias, como ocorreu com a pandemia de COVID-19.

É importante considerar que os impactos sociais dos movimentos negacionistas variam conforme o contexto. O criacionismo, enquanto movimento organizado, tem muito mais força nos EUA do que no Brasil. Oreskes (2021) relata que, em estados como Tennessee, já vigoram leis que incentivam o ensino de teorias criacionistas nas escolas.

Um outro fator que pode ser usado para qualificar esses movimentos é sua relação com a política. Nessa perspectiva, a análise poderia ser mais complexa, exigindo reflexões mais aprofundadas dentro de recortes específicos. Ao confrontar, por exemplo, a política americana com a brasileira, todos esses movimentos apresentam maior ou menor relação com a extrema direita norte americana, ao passo que no Brasil essa relação é mais evidente com o movimento antivacina. Os terraplanistas, em ambos os países, estão menos inseridos no cenário político, enquanto negacionistas climáticos e, especialmente, os antivacina têm seus discursos amplamente propagados por políticos.

Exemplos listados por Oreskes (2021) demonstram o ponto aqui defendido. Um deles diz respeito a um episódio ocorrido no debate presidencial de 2016 nos EUA, em que Donald Trump defendeu que as vacinas fossem dadas em intervalos mais espaçados e em doses menores para crianças. O então candidato se baseou no que ocorreu com um de seus empregados, cujo filho foi vacinado e mais tarde diagnosticado com autismo. Especialistas nunca defenderam essa medida, pelo contrário, acreditam que tal prática pode aumentar o risco de doenças. O posicionamento de Trump influenciou políticos de semelhante espectro ideológico, como o então presidente brasileiro Jair Bolsonaro, um grande crítico de medidas de base científica para conter a pandemia de COVID-19, sobretudo quando vinham dos especialistas.

Essas possibilidades de classificação dos movimentos negacionistas (aproximação com a ciência, impactos na sociedade e relação com a política) não apenas clarificam as discussões, mas também evidenciam sua natureza complexa. Diversas explicações, que muitas vezes se complementam, vêm sendo construídas para tentar compreender como chegamos a esse cenário. Entre outras questões, isso inclui o reconhecimento de uma crise de confiança na ciência que se manifesta de várias maneiras, como pontua Videira (2023).

Condé (2023) resume que o negacionismo surge da falta de compreensão e da ignorância perante a ciência, de interesses de dominação política, dos dogmas religiosos e das críticas filosóficas à ciência (o discurso pós-moderno). Outros autores apontam que tanto as principais críticas feitas à ciência quanto o discurso moderno têm contribuído para o negacionismo (Lima, Vazata, Ostermann, Cavalcanti, & Moraes, 2019). Ainda, há autores que discordam de que o discurso pós-moderno tenha contribuído para a atual crise da verdade (Besley, Peters, & Rider, 2018; Barcellos, 2020). Alguns defendem que as críticas feitas à ciência precisam ser revistas, o que envolve uma politização da educação científica (Vilela & Selles, 2020). Barcellos (2020) argumenta que o discurso pós-moderno não alcança as massas e está muito distante do cotidiano escolar, independentemente do nível educacional, destacando que o problema reside na perpetuação de uma educação bancária e eurocêntrica, que também influencia a formação de novos cientistas. Videira (2023) parece discordar dessa perspectiva, ao sinalizar que as várias formas de ceticismo em relação à ciência não se devem a uma educação científica deficiente, mas a diferentes fontes e motivações, que não estão relacionadas com a qualidade do ensino de ciências. O ceticismo não está apenas na sociedade, mas também na própria ciência. A exemplo, Thomas Kuhn, em seu clássico “A Estrutura das Revoluções Científicas”, aponta a desconfiança no paradigma vigente como um dos motivos para sua crise.

Latour (2014) oferece uma explicação alternativa. Para o autor, tanto os negacionistas quanto aqueles que procuram combatê-los partem da premissa de que ciência e política devem ser separadas. Segundo ele, essa visão enfraquece ambas, principalmente “no momento em que as questões em jogo se tornam amplas demais para um número grande demais de pessoas envolvidas e diretamente impactadas [por suas] decisões” (Latour, 2014, p. 17). Em oposição, Latour defende que ciência e política devem atuar conjuntamente, o que ele chama de “política com ciência”, ponto de vista que ele considera ser “perigoso”. O autor não explicita porque isso seria perigoso.

Embora Latour e muitos dos autores aqui citados apresentem suas próprias explicações para o problema, todos parecem caminhar para uma mesma direção: o cultivo de uma visão mais “equilibrada” de ciência. Essa visão, a nosso ver, é sumarizada por Cupani (2023):

- 1) A ciência engloba uma forma de conhecer as coisas, eventualmente superior a outras, mas nem sempre;
- 2) Nem todo problema encontra respostas na ciência ou na tecnologia;
- 3) Problemas de natureza subjetiva podem ser pertinentes e, portanto, passíveis de serem resolvidos por outras vias;
- 4) A humanidade está sujeita a dilemas e mistérios, além de problemas técnicos;
- 5) A realidade pesquisável é complexa, imprevisível, interligada e possui fragilidades. A ciência produzida na atualidade pode não ser capaz de compreendê-la de forma satisfatória.

Nessa linha, as relações entre ciência e sociedade não podem ser entendidas como dicotômicas e sim como coproduzidas (Condé, 2023; Guerra, 2023). Guerra (2023) salienta que tal noção permite perceber a ciência enquanto cultura e não como parte dela. Na mesma linha, Condé (2023) afirma que o ensino de ciências deve contemplar sua importância social e cultural, cabendo também ao cientista o papel de popularizar e democratizar a ciência. Isto é, um cientista alheio contribui para o negacionismo.

Enfim, a pintura aqui esboçada demonstra a necessidade de repensar o ensino de ciências. Como ratificam Cassiani et al. (2022, p. 9):

“enfrentar as armadilhas do negacionismo científico deve se constituir uma tarefa inadiável que reúna docentes da educação básica e das universidades em um empreendimento compartilhado que debata, aprofunde a reflexão sobre as falsas premissas desse negacionismo e, coletivamente, produza ações pedagógicas para pautar esse debate com o alunado escolar”.

Diante deste cenário, consideramos a abordagem da *Whole Science* como uma alternativa que pode contribuir para a superação de posturas negacionistas.

WHOLE SCIENCE: INDO ALÉM DA CONFIABILIDADE NA CIÊNCIA

Considerando as críticas feitas à visão consensual e as dificuldades dos professores para abordar NDC em suas respectivas disciplinas, Allchin (2011, 2013, 2017) propõe a abordagem *Whole Science*. O autor usa a metáfora da "comida integral" ("whole food") para defender que a ciência deve ser ensinada e aprendida de forma holística, sem deixar de lado nenhum elemento essencial para seu entendimento, sublinhando a integridade da prática científica (Bejarano et al., 2019). Sua abordagem visa, entre outros aspectos, capacitar os estudantes para se posicionarem sobre assuntos inerentes à ciência e tecnologia, o que inclui também o contexto midiático, onde as afirmações científicas podem ser distorcidas, fraudadas ou invalidadas, influenciando também na tomada de decisão (Höttecke & Allchin, 2020). Em outras palavras, significa dizer que os estudantes necessitam apreender como a ciência funciona para poder discernir entre afirmações cientificamente válidas e *fake news*.

Para Allchin (2011), a *Whole Science* oferece uma visão mais autêntica da prática científica contemporânea, ao considerar tanto aspectos experimentais e conceituais da produção científica quanto aspectos sociais e culturais que a influenciam. Isso contribui para uma visão mais abrangente de NDC, que reconhece tanto aspectos normativos quanto descriptivos, contemplando a ciência já estabelecida e a ciência em construção.

Referenciando-se também na teoria de redes de Bruno Latour, Allchin (2011, 2017) produz o inventário parcial das dimensões de confiabilidade na ciência, também chamado de perfil de confiabilidade na ciência (Quadro 2). Esse inventário reúne um conjunto de dimensões organizadas em três grandes grupos: observacionais, conceituais e socioculturais. De acordo com o autor, nem posturas científicas, tampouco o cinismo anticiência encontram espaço em seu inventário, por possibilitar que os alunos avaliem desde promotores a críticos da ciência (Allchin, 2013). O autor ainda completa: “o ceticismo cego não é melhor que a fé cega. [...] Duvidar de tudo ou acreditar em tudo são duas soluções igualmente acomodatícias, qualquer uma das quais nos afasta da reflexão” (Allchin, 2013, p. 43, tradução nossa).

As dimensões concebidas por Allchin são parciais e não definitivas, pois podem mudar conforme o desenvolvimento do conhecimento científico e novas atualizações são integradas ao perfil (Allchin, 2011). Para o autor, as dimensões traduzem como a ciência opera e, também, como ela pode falhar e por quê. Em seu livro *“Teaching the Nature of Science: perspectives and resources”*, publicado em 2013, Allchin propôs algumas alterações no inventário parcial nas dimensões de confiabilidade na ciência que havia apresentado em 2011. Entre as mudanças, destacam-se a adição da dimensão “padrões de raciocínio”, que se desdobrou da dimensão “observações e raciocínio”, e a introdução das dimensões históricas e humanas, que reúnem aspectos antes vinculados à criatividade nas “dimensões históricas”. Em 2017, Allchin publica o inventário em um novo artigo, mas sem modificações em relação à versão de 2013.

Em 2020, Höttecke e Allchin (2020) expandem a dimensão de comunicação do perfil de confiabilidade, a fim de abranger elementos da estrutura de conhecimento e domínio do discurso, como confiança e dependência epistêmicas, expertise, consenso etc.; comunicação científica, como *gatekeeping* da mídia e conflito de interesse; engajamento no discurso da comunicação, como viés de confirmação e raciocínio motivado. Notamos que tais elementos se repetem vinculados a outras dimensões no perfil de confiabilidade de 2013. No entanto, os autores não se aprofundam nessas discussões. No caso da dependência epistêmica, os autores se apoiam e indicam referências adicionais, como Hardwig (1985) e Gaon e Norris (2001).

Ademais, Höttecke e Allchin (2020) concebem um novo modelo (complementando o inventário), que evidencia a Natureza da Ciência na Sociedade (NOSIS, ou em português NDCNS). As preocupações de

Allchin e seus colaboradores com fatores relacionados à comunicação no contexto das *fake news* os motivam a enfatizar aspectos externos da atividade científica no âmbito da alfabetização científica midiática. Vale salientar que a separação entre ciência e sociedade tem fortalecido os movimentos negacionistas (Condé, 2023). Consideramos que para contemplar o negacionismo científico, o modelo necessita de modificações, como as apresentadas na Figura 1.

Como exposto na Figura 1, consideramos que os negacionistas tendem a desconfiar explicitamente dos fenômenos empíricos ou das evidências que são coletadas por cientistas. Ademais, eles se apoiam em estudos científicos já descreditados, o que remete também aos ataques que desferem contra os consensos científicos. Isso ocorre, por exemplo, quando terraplanistas julgam como verdadeiros apenas os fatos e evidências que suportam suas crenças equivocadas.

Negacionistas, em alguma medida, se valem da ciência, mas desconsideram o que especialistas apontam como consenso. Do mesmo modo, ao buscar explicações alternativas, descreditam o que é propagado pela mídia, que se baseia em consensos científicos para comunicar sobre ciência. Essa atuação é alicerçada em distorções dos filtros sociais e cognitivos, que podem ser a causa do negacionismo ou o alvo de seus adeptos. Ao manipularem informações científicas, desvirtuam tais filtros com o objetivo de atrair novos seguidores. Toda essa estratégia negacionista tem como cerne afirmações que influenciam o comportamento de cidadãos, como, por exemplo, quando induzem outros a não se vacinarem.

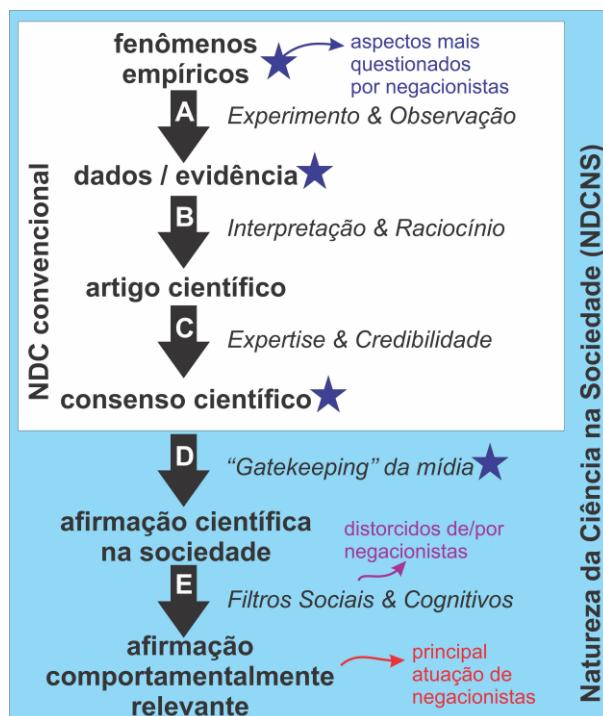


Figura 1 – A trajetória de uma afirmação científica no contexto da Natureza da Ciência na Sociedade. Os trechos em destaque colorido correspondem a menções que propomos para o cenário negacionista. Traduzido e modificado de Höttecke e Allchin (2020).

No que se refere à sala de aula, a partir da *Whole Science*, os estudantes são desafiados a investigar casos históricos e/ou atuais relacionados à ciência, por meio de uma problemática proposta pelo professor. Esses casos devem possibilitar a integração de conteúdos científicos, habilidades do processo científico e lições sobre NDC. Os temas são apresentados sob a forma de um enunciado, envolvendo um assunto controverso na contemporaneidade ou recorte histórico (que também pode ser controverso). Segundo Allchin (2013), casos controversos possibilitam entender as visões dos alunos sobre questões epistemológicas, estruturais e o nível de suas compreensões sobre os comportamentos/relações entre cientistas, atitudes perante a ciência, confiabilidade, em resumo, sobre a prática científica.

Na abordagem dos casos, os alunos são convidados a assumir diferentes posicionamentos. Para a tomada de decisão, eles contam com uma variedade de fontes de informação, como artigos científicos, sites, revistas, notícias e documentos oficiais, disponibilizados pelo professor. Nesse processo, o inventário parcial de confiabilidade auxilia os alunos a identificar aspectos de NDC presentes no caso em questão. Da mesma forma, o inventário pode ajudar o professor a avaliar se os estudantes analisam o caso de modo

pertinente. A atividade pode ser feita em grupo ou individualmente e o professor pode monitorar, guiar e assistir aos estudantes. As temáticas também podem ser exploradas via Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL), na qual os estudantes desenvolvem autonomia e práticas de pesquisa (Allchin, 2013).

Como exemplos de práticas educativas no contexto da *Whole Science*, destacamos o trabalho de Santos (2018), que utiliza uma adaptação do perfil de confiabilidade para avaliar a compreensão sobre ciência de alunos do 1º ano do Ensino Médio, a partir da abordagem de um caso histórico sobre Marie Curie em uma dinâmica de júri simulado. Outro estudo usa uma versão adaptada do inventário proposto por Allchin para suplantar a análise dos conhecimentos mobilizados por licenciandos em Química no planejamento de uma aula a partir de reflexões sobre NDC (Almeida & Justi, 2020).

Jesus (2021) se fundamenta na *Whole Science* para identificar aspectos de NDC no discurso de licenciandos em Biologia quando se deparam com casos controversos, usando como disparadores da discussão, as temáticas “energia nuclear” e “agrotóxicos”. Chama atenção que o autor consegue estabelecer uma relação entre as controvérsias sociocientíficas e a dimensão sociocultural do perfil de confiabilidade de Allchin, no que tange à credibilidade de revistas científicas e mídia, ao papel das crenças culturais, da ideologia e da religião. Oliveira (2021) também se baseia na *Whole Science* para averiguar o ensino e a compreensão dos alunos sobre NDC, por meio de uma controvérsia relacionada às dietas *low carb* e *low fat* para licenciandos em Química. Um trabalho mais recente, também centrado na formação de professores, é apresentado por Brenzam Filho e Andrade (2023). Sob a perspectiva de Allchin, o estudo se baseia na abordagem do episódio de fraude da vacina promovido por Wakefield e seus colaboradores. Os autores procuraram abordar os três grupos do inventário ao discutir tal caso e perceberam que os aspectos observacionais se destacaram na fala dos alunos.

Em resumo, as investigações exploram tanto casos históricos quanto casos controversos e contemporâneos. Ademais, destacam aspectos socioculturais, em detrimento dos conceituais e observacionais. Além disso, ressaltam as potencialidades do uso do inventário parcial, ao utilizá-lo em diferentes situações e níveis de ensino, principalmente relacionado ao ensino funcional e contextualizado de NDC. Vale salientar que as adaptações feitas ao perfil de confiabilidade levam em consideração suas limitações para as pesquisas em questão.

O QUE É FACT-CHECKING?

“Fact-checking” ou “checagem de fatos” é um tipo de modelo jornalístico que tem como função averiguar histórias por meio de pesquisas, dados e registros. É uma forma de “qualificar o debate público por meio da apuração jornalística. De checar qual é o grau de verdade das informações” (Fonseca, 2017, s/p). Esse formato surgiu como resposta ao novo ambiente midiático, onde, em meio a uma grande profusão de *fake news*, a distinção entre fatos e mentiras torna-se cada vez mais obscura, como apontam Canavilhas e Ferrari (2018). Para os autores, a ascensão das agências de *fact-checking* foi impulsionada pelas ameaças às democracias liberais.

Nesse contexto, as agências de *fact-checking* se pautam na verificação do discurso público (principalmente de políticos) propagado em outros meios (como redes sociais e aplicativos de comunicação), isto é, de notícias já publicadas. Além disso, constituem uma forma de defesa do jornalismo tradicional, que vem sofrendo muitos ataques e se encontra em uma crise de credibilidade perante grande parte da população (Seibt & Fonseca, 2019). Uma pesquisa realizada com cidadãos com acesso à internet indica que 56% confiam nas organizações de mídia e 58% entendem que é possível confiar nas notícias na maior parte dos casos, alegando que a “grande imprensa” coloca em primeiro lugar seus próprios interesses, pontuam Spinelli e Santos (2018). Em contrapartida, os autores apontam uma resposta positiva do público quando expostos ao *fact-checking*, considerando-o um formato que aprofunda o conhecimento sobre determinada questão.

Com surgimento do formato no início da década de 2010, o Brasil se destaca na América Latina por possuir o maior número de agências de checagem, sendo a Lupa a pioneira (e mais proeminente) do país (Canavilhas & Ferrari, 2018). De 2015, quando surgiu a Lupa, até 2019, 15 agências de *fact-checking* estavam em funcionamento no cenário nacional, a maioria delas relacionadas a grandes conglomerados de mídia (Lelo & Pachi-Filho, 2021). Globalmente, os checadores constituíram uma rede internacional (*International Fact-checking Network* – IFCN, do Poynter Institute), seu próprio código de princípios, além de uma conferência anual internacional (Spinelli & Santos, 2018). Os checadores se identificam como repórteres, ativistas, experts, ou mesmo uma combinação desses, todos com forte presença nos meios digitais (Graves & Cherubini, 2016).

Alguns dos princípios que norteiam o *fact-checking* incluem compromissos com apartidarismo, justiça, correções abertas e honestas, e transparência de fontes, financiamento e metodologia (Canavilhas & Ferrari, 2018). A transparência é um critério muito importante, possuindo uma intrínseca relação com a precisão e a evidência, sendo também uma competência específica do processo de verificação de fatos, essencial para o trabalho do jornalista (Seibt & Fonseca, 2019).

De maneira similar, as agências publicizam seus códigos de boas práticas e métodos de checagem multietapas, além dos selos de verificação, conforme resumido por Spinelli e Santos (2018). A exemplo das agências brasileiras Truco, Aos Fatos e Lupa, os autores apontam verificações entre seis e oito etapas, focadas principalmente em falas de políticos e autoridades, além de notícias e informações que circulam nas redes.

Os selos ou etiquetas abrangem denominações como “verdadeiro”, “falso”, “enganoso”, “impreciso”, “sem contexto”, “contraditório”, “discutível”, “insustentável”, “exagerado”, entre outros. Como essas denominações sugerem, os *fact-checkers* frequentemente vão além da simples verificação de fatos, buscando estabelecer a veracidade de determinadas declarações – mesmo que não seja possível determinar a verdade (Uscinski & Butler, 2013). Na mesma linha, Seibt e Fonseca (2019) argumentam que o selo de “falso” que acompanha as notícias de verificação não equivale a “mentira”. Na realidade, são exageros, enganos e uso de dados fora de contexto. No mais, os equívocos explicitados são acompanhados das fontes e dos documentos consultados para apurar a informação.

O surgimento das agências e do modelo de *fact-checking* reflete o aumento na propagação de *fake news* devido ao uso cada vez mais popular de dispositivos móveis e de novas mídias (Canavilhas & Ferrari, 2018). Algumas limitações da verificação incluem seus métodos, que podem ser seletivos, se basear na exclusão de partes do todo, foco em afirmações causais e a falta de transparência nos critérios de seleção (Uscinski & Butler, 2013). Apesar da progressiva descrença perante os veículos de imprensa, o modelo de *fact-checking* é a resposta mais destacada à disseminação de *fake news*, que frequentemente gera confusão entre o que é real e o que é falso (Spinelli & Santos, 2018).

No mesmo sentido, as notícias de verificação podem representar uma alternativa viável para o ensino e aprendizagem de ciências, pois oferecem um formato pronto para confrontar a desinformação e apresentar informações científicas. Ao mesmo tempo, os estudantes necessitam adotar um posicionamento crítico e reflexivo sobre as informações apresentadas nesse formato. Assim, essas notícias podem ser um recurso interdisciplinar para abordar conceitos científicos e sua relação com o cotidiano, além de promover a reflexão sobre o papel da ciência, evidenciando os processos de produção do conhecimento, práticas e instituições.

METODOLOGIA

Para responder às questões da pesquisa: “Qual é o potencial pedagógico de notícias do tipo *fact-checking* para ensinar noções sobre NDC? Como essas noções são refletidas no contexto da confiabilidade na ciência?”, optamos pelo método qualitativo, que envolve uma sequência de atividades, como redução, categorização e interpretação de dados (Gil, 2002).

A temática escolhida centra-se em textos que desmentem *fake news* de que vacinas causam autismo. Essa é uma problemática atual, pois as questões relacionadas às vacinas vêm impactando a saúde da população e têm ensejado muitas polêmicas, sobretudo, a disseminação de notícias falsas. A ideia é explorar, por meio de diferentes veículos, um mesmo contexto.

Vale destacar que os veículos escolhidos representam instituições que são alvos de desconfiança pelos movimentos negacionistas, como institutos de pesquisa e a mídia tradicional. Desse modo, o *fact-checking* opera como uma defesa por parte dessas instituições. O contexto escolhido retrata um episódio relativamente recente, no qual o médico Andrew Wakefield propôs, com base em esparsas evidências experimentais, uma correlação entre tríplice viral e transtornos do espectro autista. Em síntese, crianças vacinadas apresentariam maior predisposição para desenvolver o autismo. Esse caso envolve, entre outras questões, uma situação de má-conduta e falta de ética, que tem contribuído para a adoção de comportamentos antivacina por parte da população.

Os textos selecionados, presentes no Quadro 1, são: i) Post 1, retirado do perfil oficial do Butantan; ii) Texto 1, extraído do portal do Butantan, indicado pelo post 1; iii) Texto 2, consultado no site Lupa, uma agência de verificação de fatos; iv) Texto 3, disponibilizado pelo site da Sociedade Brasileira de

Imunizações (SBIm). Tais instituições foram escolhidas em função de dois critérios: diversificação e credibilidade. Para o primeiro critério, selecionamos diferentes instituições que produzem o mesmo formato jornalístico em variados meios digitais.

Quanto à credibilidade: o Instituto Butantan é um dos maiores produtores de vacinas e imunizantes do país, com tradição centenária em pesquisa voltada à saúde pública; Lupa é a maior (uma das pioneiras) agências de verificação de notícias falsas do país; a SBIm é uma entidade sem fins lucrativos que reúne profissionais de diversas áreas interessados em estudos sobre imunizantes.

É importante ressaltar que o post 1 foi analisado por ser uma forma de verificação frequente e de grande acesso, inserida em uma rede social. Entretanto, como esse tipo de comunicação exige uma linguagem mais sucinta, decidimos examinar também o texto indicado na postagem. A análise consistiu em averiguar como os aspectos de NDC emergem nas publicações do tipo *fact-checking* selecionadas, considerando suas frequências e contextos. Para identificar e caracterizar esses aspectos, usamos o perfil de confiabilidade na ciência (Quadro 2).

O perfil foi utilizado com intuito de avaliar as potencialidades e os limites das notícias em promover discussões explícitas e holísticas sobre NDC em aulas de ciências, desde o nível básico à formação de professores. Apesar do nível de complexidade das reflexões variar conforme o nível educacional dos estudantes, isso não é o foco aqui. Desse modo, a *Whole Science* foi utilizada em função de suas potencialidades pedagógicas.

O contexto negacionista associado à natureza das reportagens evidencia a necessidade de um enfoque na dimensão “comunicação”. Assim, para o exame das publicações também usamos novos elementos incluídos por Höttecke e Allchin (2020) na dimensão “comunicação” nas mídias sociais. Vale destacar que o perfil foi enumerado para facilitar o registro do número de aspectos identificados.

Quadro 1 – informações sobre as publicações selecionadas. Autoras.

Nº	Título da publicação	Data de publicação	Veículo
Post 1	Fato ou fake https://www.instagram.com/p/CrOKrII09pX/	19/04/2023	@butantanoficial
Texto 1	Por que é mentira que vacinas causam autismo? Conheça a história por trás desse mito https://butantan.gov.br/covid/butantan-tira-duvida/tira-duvida-noticias/por-que-e-mentira-que-vacinas-causam-autismo-conheca-a-historia-por-tras-desse-mito	03/04/2023	Portal do Butantan
Texto 2	É falso que bula confirme relação de vacina com autismo https://lupa.uol.com.br/jornalismo/2019/02/18/verificamos-bula-autismo	18/02/2019	Lupa
Texto 3	O mercúrio presente nas vacinas causa autismo https://familia.sbitm.org.br/duvidas/mitos/o-mercurio-presente-nas-vacinas-causa-autismo	05/03/2021	SBIm-Família

Acreditamos que a temática da vacinação-autismo pode propiciar reflexões sobre NDC referentes a diversos aspectos em vários níveis: históricos, humanos, socioculturais, observacionais, questões relacionadas a financiamento econômico, má-conduta na ciência, métodos de investigação, interações entre cientistas, entre outros.

A seguir, apresentamos os resultados e as discussões sobre as publicações voltadas a desmentir a falsa relação entre vacinas e autismo, estabelecida por *fake news* amplamente divulgadas no Brasil e em outros países. Associado a isso, explicitamos o que consideramos importante para superar os desafios sociais contemporâneos, anteriormente explicitados.

Quadro 2 – Inventário parcial de confiabilidade na ciência. Modificado de Allchin (2013, 2017).

		Nº
Observacionais	Observações e medições	
	exatidão, precisão	1
	papel do estudo sistemático ou observação (versus anedota)	2
	unidade das evidências	3
	robustez (concordância entre diferentes tipos de dados)	4
	Experimentos	
	experimento controlado (uma variável)	5
	estudos cegos e duplo cegos	6
	análise estatística do erro	7
	replicação e tamanho da amostra	8
	Instrumentos	
Conceituais	novos instrumentos e sua validação	9
	modelos e organismos modelo	10
	ética na experimentação de sujeitos humanos	11
	Padrões de racionalização	
	relevância evidencial (empirismo)	12
	informação verificável versus valores	13
	papel da probabilidade na inferência	14
	explicações alternativas	15
	correlação versus causa	16
	Dimensões históricas	
	consiliência com evidência estabelecida	17
Socioculturais	papel da analogia, pensamento interdisciplinar	18
	mudança conceitual	19
	erro e incerteza	20
	papel da imaginação e síntese criativa	21
	Dimensões humanas	
	espectro de motivações para fazer ciência	22
	espectro de personalidades humanas na ciência	23
	viés de confirmação / papel das crenças prévias	24
	percepções de risco baseadas em emoções versus evidências	25
	Instituições	
	colaboração e competição entre cientistas	26
Vieses	formas de persuasão	27
	credibilidade	28
	revisão por pares e resposta às críticas	29
	resolução de discordâncias	30
	liberdade acadêmica	31
	Economia /financiamento	
	fontes de financiamentos	35
	conflito de interesse pessoal	36
	Comunicação	
	normas para lidar com dados científicos	37
	natureza dos gráficos	38
	credibilidade de periódicos científicos e notícias	39
	fraude ou outras formas de má conduta	40
	responsabilidade social dos cientistas	41

FACT-CHECKING SOBRE VACINAS E AUTISMO: LIMITES E POTENCIALIDADES PARA O ENSINO DA NATUREZA DA CIÊNCIA

O post 1, retirado do perfil do Instagram do Instituto/Fundação Butantan (Figura 2), resume-se a negar a afirmação de que vacinas provocam ou têm relação com autismo. Do mesmo modo, a explicação que acompanha a imagem salienta que não há embasamento científico na *fake news* e indica um texto mais amplo, hospedado pelo website do próprio instituto, que explica a origem da falsa relação entre vacinas e autismo, a que se referem como “mito” e “teoria”. O texto 1, intitulado “Por que é mentira que vacinas causam autismo? Conheça a história por trás desse mito”, foi publicado no website “Portal do Butantan” e tem como objetivo esclarecer as origens do movimento que embasa a *fake news*, bem como fornecer informações gerais sobre autismo.



Figura 2 – Post 1 no perfil do Instagram do Instituto/Fundação Butantan. Instagram

O texto 2, intitulado “É falso que bula confirme relação de vacina com autismo”, foi publicado pela agência de *fact-checking* Lupa. A publicação faz menção a uma postagem na rede social Facebook (Figura 3), na qual é destacado um trecho da bula da vacina Tríplice Bacteriana (também referida como DTP) da marca Tripedia que cita autismo como um dos seus efeitos. Após exibir a postagem, uma caixa com a palavra “FALSO” em letras garrafais é apresentada, seguida de informações sobre essa vacina e a sentença destacada pela *fake news*.

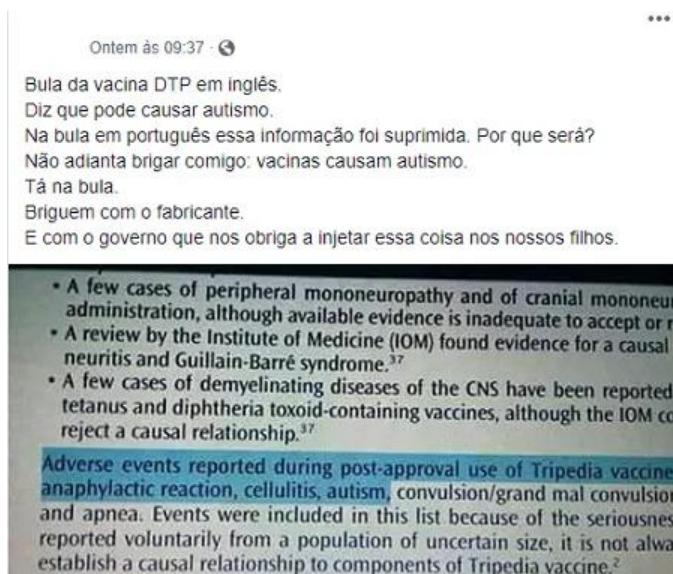


Figura 3 – Trecho da publicação do Facebook que aparece na matéria do texto 2. Facebook.

Disponibilizado no Portal SBIm – Família, da Sociedade Brasileira de Imunizações, o texto 3 tem como título “O mercúrio presente nas vacinas causa autismo”. Assim como no post 1 e no texto 1, o texto 3 classifica a informação como mito, embora dê pouco destaque à palavra. O texto, então, prossegue buscando discernir, através de narrativas históricas, pesquisas creditadas e rechaçadas pela comunidade científica. O uso dos termos “mito” e “falso”, especialmente quando destacados, é um recurso recorrente em todas as publicações para enfatizar que estão desmentindo uma informação falsa, por vezes reforçando o que os títulos dos textos 1 e 2 trazem ou negando a afirmação que nomeia o texto 3.

O mercúrio presente nas vacinas causa autismo.

Última Atualização: 05/03/2021



MITO O mercúrio é um dos componentes do timerosal, o conservante mais utilizado em vacinas multidoses. Ele é empregado desde 1930 em concentrações muito baixas e os estudos mostram que não há risco para a saúde, pois é expelido rapidamente do organismo. De qualquer forma, o timerosal já não faz parte da formulação de nenhuma vacina em apresentação monodose, estando presente apenas em vacinas multidoses (mais de uma dose por frasco).

Figura 4 – Trecho da publicação no site SBIm – Família, onde o texto 3 foi extraído.
<https://familia.sbit.org.br/>.

A partir do exame dos materiais selecionados, identificamos os três grupos de dimensões – observacionais, conceituais e socioculturais – presentes no inventário parcial de dimensões de confiabilidade na ciência estabelecido por Allchin (Quadro 2). De modo geral, as publicações contêm trechos que remetem a observações e medições, experimentos, padrões de racionalização, dimensões históricas, dimensões humanas, instituições, economia/financiamento e comunicação, com maior ênfase nesta última. Da mesma forma, há uma prevalência de dimensões de caráter sociocultural. O Quadro 3 ilustra as dimensões comuns aos três pareceres emitidos por páginas eletrônicas de *fact-checking*. Os destaques indicam eixos de dimensões mais frequentes nas publicações.

Quadro 3 – compilação das dimensões identificadas. Autoras.

DIMENSÕES	Nº dos aspectos identificados		
	Texto 1 Instituto Butantan	Texto 2 Agência Lupa	Texto 3 SBIm – Família
Conceituais			
Dimensões Históricas	17	17	17
Dimensões Humanas	22	-	22
Padrões de Racionalização	12,16	12,13,16	12
Observacionais			
Observações e Medições	2,3,4	4	1,3,4
Experimentos	8	5,8	5,7
Socioculturais			
Instituições	26,27,28,29	27,28,29	27,28,29
Economia/Financiamento	35,36	35	35,36
Comunicação	37,39,40,41	37,39,40,41	39,40,41

No post 1, o rótulo do “cientificamente comprovado” é empregado sem maiores preocupações com dados e/ou informações científicas, apenas no sentido de “confie na ciência, pois é ciência”, configurando um argumento de autoridade. Da mesma forma, texto 3 também se vale de argumentos de autoridade, ao empregar expressões como “estudos sérios” para referir-se às pesquisas citadas, contrapondo-se à *fake news* em questão. Expressões desse teor implicitamente denotam que as investigações científicas possuem

um certo tipo de qualificação, o que pode incitar reflexões sobre quem (e como) qualifica os trabalhos científicos, especialmente no contexto educacional. É sabido que a **autoridade epistêmica** da ciência, de suas instituições e dos veículos (geralmente tradicionais) que divulgam conhecimento vêm sendo cada vez mais contestada, fenômeno conhecido como “crise epistêmica” (Albuquerque & Quinan, 2019; Bonfim & Garcia, 2021). Nesse sentido, o que ocorre é a tentativa de um reforço dessas instituições, corroborando com Garcia et al. (2021), que argumentam que existe uma disputa pela autoridade epistêmica entre os negacionistas e especialistas.

Nessa perspectiva, o conceito de autoridade epistêmica se refere à influência estabelecida pelas instituições epistêmicas, que são organizações e corporações que têm como função social a produção e/ou disseminação de conhecimento e informações, aponta Monari (2021). A autora inclui instituições de pesquisa científica, escolas e agências jornalísticas como instituições epistêmicas. Embora distintos, os conceitos de autoridade epistêmica e **dependência epistêmica** apresentam relações, que residem na confiança no conhecimento e na expertise de outros.

Ancorados em Hardwig (1985), Höttecke e Allchin (2020), ainda que de forma superficial, afirmam que a dependência diz respeito à confiança que leigos depositam em especialistas com relação a assuntos sobre os quais os primeiros não possuem conhecimento aprofundado. Para o autor, o apelo à autoridade intelectual é um ingrediente essencial do conhecimento e que compõe a base da crença acadêmica e científica. Dentro da relação entre leigo e cientista, consideramos que nem recomendações científicas devem ser seguidas cegamente, visto que isso implicaria em um ordenamento tecnocrático, assim como a opinião do leigo não deveria desconsiderar totalmente as orientações dos cientistas. Vale frisar que a dependência epistêmica é um conceito amplo, com implicações em outras áreas de conhecimento, como ciências sociais e políticas.

Chama atenção a utilização em postagem falsa (Texto 2) de uma bula verdadeira em inglês para descrever as bulas brasileiras, que não reproduzem a correlação entre efeitos da vacina e autismo. A sobrevalorização de artefatos estrangeiros em detrimento da produção local (seja ela industrial, cultural ou científica) é um traço comum no Brasil e em outros países periféricos. Sob outra ótica, podemos dizer que somos, enquanto nação colonizada, dependentes epistemicamente de quem nos domina sociopolítica e economicamente, com implicações para a ciência e tecnologia.

Em se tratando da educação em ciências no contexto do negacionismo, há evidente potencial para explorar elementos relacionados a dependência epistêmica, confiança, autoridade, expertise e autonomia, que também conversam com a abordagem de aspectos sociais e éticos de NDC. Uma iniciativa é apresentada por Gois, Lima e Moraes (2024). Nela, os autores discutem as possíveis tensões entre a autonomia dos indivíduos e a confiança nos especialistas, tendo como base a problemática do aquecimento global antropogênico. A taxonomia da dependência epistêmica proposta por Sertler (2022) é um caminho para abordar riscos e benefícios da dependência epistêmica nesse âmbito, uma vez que nos leva a questionar em quem confiar, como mensurar a confiabilidade e como processos de injustiça e exclusão podem ser gerados ou fomentados por ela.

No âmbito das **dimensões conceituais**, a alusão à origem das *fake news* é um recurso comum em todas as publicações, o que remete às **dimensões históricas** do inventário, especialmente à “consiliência com evidência estabelecida”. Por exemplo, ao relatar que o médico responsável pela fraude que deu origem ao movimento antivacina ignorou estudos prévios sobre os efeitos colaterais das vacinas (textos 1 e 3), o histórico do uso de mercúrio nas vacinas desde 1930 (texto 3) ou de uma marca específica de vacina (texto 2). Wakefield, de fato, procurou desconsiderar deliberada e maliciosamente a convergência de evidências, um aspecto que interfere na obtenção de um consenso científico.

Os textos 1 e 3 indicam que a origem do movimento antivacina se deu a partir de um estudo fraudulento publicado pela revista *The Lancet* em 1998. Em contraste, a publicação 2 se atém ao relato sobre a vacina Tripedia, cuja bula originou a *fake news* desmentida. Além disso, a publicação 1 assinala as inconsistências entre as conclusões da pesquisa já descreditada e os estudos sobre autismo, que apontam uma causa genética do transtorno, e não uma causa externa, como a vacina. O mesmo material é o único que cita nominalmente o médico Andrew Wakefield como responsável pela fraude, assim como John Walker-Smith, coautor no estudo, enfatizando as sanções a que foram submetidos por suas condutas antiéticas, incluindo as perdas de suas licenças médicas. Tais aspectos (textos 1 e 3) remetem a **dimensões humanas** do perfil, em especial ao “espectro de motivações para fazer ciência”.

Nenhum dos materiais ressalta que o artigo contava com 12 coautores, dos quais 10 retiraram seu apoio até 2004, seis anos após a publicação. O artigo só foi retirado da revista *The Lancet* em 2010.

Adicionalmente, não reportam que Wakefield nunca se retratou, continuando a alegar sua inocência. Ele até produziu e dirigiu um documentário para reiterar suas visões, Vaxxed, lançado em 2016 – censurado na Europa e Estados Unidos. Atualmente, Wakefield é considerado um proeminente ativista antivacina e teórico dessa conspiração. Outro ponto sensível não endereçado pelas publicações é que o grande impacto do estudo de Wakefield se deve ao prestígio atribuído à revista, uma das renomadas da área de medicina. Curiosamente, as publicações não consideram que houve falhas por parte do periódico. O que levou revisores e editores a aprovarem a publicação do estudo? Confiança epistêmica? Isso demonstra a necessidade de uma melhor compreensão acerca do processo de revisão por pares.

O processo de revisão por pares, bem como a declaração pública de conflitos de interesse e outras potenciais fontes de viés tendencioso funcionam como fatores de credibilidade na ciência (Höttecke e Allchin (2020). Richard Horton, editor da revista à época defendeu-se argumentando que o artigo publicado por Wakefield e colaboradores não afirmava categoricamente a associação entre vacina tríplice e autismo. Segundo ele, foi a coletiva de imprensa dada por Wakefield, e não o artigo em si, que causou o estrago (Barbosa & Martorano, 2017). Embora ausentes nos textos, esses elementos podem ser debatidos em sala de aula.

As dimensões humanas, menos abordadas nos textos, se articulam de certa forma às dimensões históricas. Nesse contexto, o episódio sobre a origem dos movimentos antivacina pode fomentar a reflexão sobre as motivações, crenças prévias e personalidades dos cientistas. Em se tratando de Wakefield, no artigo do Butantan, é apontado o link para a reportagem original que o desmascarou. O jornalista entrevistou a mãe de Wakefield e conseguiu extrair informações pessoais daquele que iniciou as teorias conspiratórias relacionando vacinas e autismo. A mãe relata que, criado em uma família de médicos há várias gerações, o filho sempre quis ser cirurgião. Ela descreve a personalidade intransigente de Wakefield: “ele é muito como o meu pai. Se ele acreditava em algo, ele teria ido até o fim da Terra para continuar acreditando.” Esses detalhes incitam questionamentos, passíveis de discussões em sala de aula, como: a insistência de Wakefield em negar as evidências seria uma resposta teimosa ao rechaço que sofreu da comunidade científica? Ele estaria mais preocupado em manter sua crença do que com os resultados de sua pesquisa? Suas posições, primeiro enquanto cientista e depois como negacionista, estariam baseadas em emoções em vez da razão?

Uma proposta de abordagem histórica do episódio envolvendo a vacina tríplice e o autismo na sala de aula é apresentada por Barbosa e Martorano (2017). As autoras destacam, através da narrativa, dois elementos de NDC, de acordo com Allchin: credibilidade científica e o mito da autocorreção. Elas indicam que as falhas de Wakefield não devem ser utilizadas para validar a teoria contrária de que não há riscos na vacinação, visto que os métodos de concepção e confecção das vacinas apresentam seus próprios perigos. Por outro lado, os benefícios se sobressaem aos riscos, que não devem servir de pretexto para ações contra a vacinação, um contrato social amparado na participação coletiva. No mais, destacam que o próprio episódio da origem da vacinação pode ser utilizado como recurso para discutir a NDC na educação em ciências.

As questões sociocientíficas, o ensino investigativo e textos de divulgação científica representam outras formas de abordar a problemática das vacinas em sala de aula. Um caminho é apresentado por Lima, Silva e Souza (2021), que debatem com alunos do 1º ano do ensino médio se o uso de vacinas deve ser opcional. Além de discussões mais atuais sobre a vacinação, as autoras utilizam episódios da história da ciência, como os experimentos realizados por Edward Jenner para produzir a vacina contra a varíola e o experimento de Louis Pasteur para desenvolver a vacina contra a cólera, por meio de uma sequência didática investigativa, justificando o enfoque do trabalho na experimentação. Outra estratégia é apresentada por Soares e Silva (2021), que propõem a utilização de um texto de divulgação científica sobre a importância da vacinação com alunos do 8º ano do ensino fundamental. Ambas as propostas reconhecem aspectos relacionados à prática científica, mas não há um enfoque explícito na abordagem de NDC.

Ainda sobre as dimensões conceituais, o “empirismo”, dimensão relacionada aos **padrões de racionalização**, é amplamente usado nos três textos, porém ingenuamente. Expressões como “princípios básicos da pesquisa científica” (texto 1), “relação causal comprovada” (texto 2) e “a análise dos dados mostrou” (texto 3), remetem a uma visão empírico-indutivista e a-teórica da ciência. Conforme discutido por Gil-Pérez et al. (2001), essa perspectiva é caracterizada pela suposta neutralidade teórica e metodológica da prática científica, centrada em uma “verdade” estabelecida através da observação de dados “puros”. No entanto, hipóteses científicas, teorias e leis nunca podem ser absolutamente provadas, independentemente da quantidade de evidências empíricas, na qual estejam apoiadas (Popper, 1963). São conjecturas (enunciados universais), portanto, não há como provar sua veracidade (Silveira, 1994). Na perspectiva empírico-indutivista, a relevância evidencial é crucial na elaboração e manutenção de teorias. Apesar disso,

teorias permanecem conjecturais, visto que não podem ser provadas absolutamente. Como não é possível provar verdades científicas, teorias, embora confiáveis, são entes provisórios e passíveis de revisão.

Assim, os experimentos constituem um dos elementos que resultam de escolhas teóricas, derivadas de valores intrínsecos aos sujeitos ou comunidades (Kuhn, 2011). A rigor, experimentos estão atrelados a uma teoria, de modo que os “dados” não possuem vida própria. Essa é a concepção admitida pela visão consensual de NDC, que afirma que toda observação é enviesada teoricamente (Bejarano et al., 2019), noção pautada na “tese da carga teórica” (Pessoa Jr., 2009, p. 56). Contudo, do ponto de vista da filosofia da ciência, tal assunção ainda é discutível.

Uma conciliação entre a tese da carga teórica e a neutralidade das observações é sugerida por Pessoa Jr. (2016), que consiste em estipular diferentes níveis de teorização (baixo, médio e alto) para uma dada observação. Nesse sentido, uma observação considerada “neutra” teria um baixo nível de teorização, uma vez que a teoria advém do aparelho perceptivo (sensações). Segundo a teoria causal pluralista, a observação de determinado objeto pode contemplar diferentes níveis de teorização.

Vale ressaltar que há várias formas de empirismo e muitas delas não estão associadas a uma visão positivista de ciência como frequentemente a educação em ciências vem reforçando (Machado & Rodrigues, 2022). No perfil de confiabilidade na ciência, Allchin não especifica a qual dos tipos de empirismo faz menção. Possivelmente, a intenção não seja destacar uma forma específica de empirismo, mas refletir sobre a relevância das evidências empíricas (experimentos controlados, triangulação de dados, análises estatísticas, modelagens, validação cruzada, entre outros) para a validação científica, via estudo de casos históricos ou contemporâneos. Reforçamos a necessidade de aprofundar essas discussões na formação de professores, para que não se limitem à crítica à visão empírico-indutivista.

No contexto das publicações, entendemos que o problema não se refere à menção a evidências empíricas, mas sim à forma com que são apresentadas. Assumir que “os dados falam por si” é perigoso, pois muitos negacionistas e disseminadores de *fake news* utilizam o mesmo recurso para “comprovar” suas teorias conspiratórias. Conforme exemplificado pela imagem desmentida pelo texto 2 (Figura 2), os conspiracionistas recorrem ao “tá na bula” como comprovação de sua “teoria”. O mesmo pode ser observado entre os terraplanistas que se baseiam fortemente em experimentos tendenciosos (Bonfim & Garcia, 2021), que tentam “mimetizar” a prática científica, ou se basear em experimentos já refutados pela prática científica.

Nesse sentido, é importante que os estudantes compreendam que os experimentos são importantes, mas não são o único meio para produção do conhecimento. Além disso, faz-se necessário depreender quais atitudes e decisões guiam a prática experimental que diferencia o trabalho executado por cientistas daqueles que buscam mimetizar a prática para promover um discurso negacionista. Nesse âmbito, cabe refletir, por exemplo, sobre o mito do método científico, mas também sobre os inúmeros procedimentos e normas que os cientistas seguem de forma contingencial. Enfim, é crucial que os estudantes desenvolvam a capacidade de avaliar a relevância e a confiabilidade das evidências que sustentam uma afirmação científica – além de reconhecer as limitações e as falácias que podem comprometê-las.

No geral, as informações trazidas pelas reportagens para desmentir *fake news* buscam a “verdade”. Isto é, existe uma verdade que precisa ser alcançada, se aproximando de uma noção correspondencial de verdade (tese realista), conforme classificação de Lisbôa e Pessoa Jr. (2015). Da mesma forma, um fato é entendido como verdade. Apesar de a ciência se tornar cada vez mais indispensável e presente na sociedade atual, sobremaneira durante crises sanitárias, “ela repousa sobre areia movediça e é cada vez menos suficiente para produzir definições socialmente vinculantes de verdade” (Garcia et al., 2021, p. 106). No atual cenário de negacionismo e infodemia crescentes, a disputa pela verdade tem ganhado força e dominar a verdade é o velo de ouro por qual todos buscam. Nesse ínterim, é igualmente importante o valor atribuído ao fato. Como se chega a um fato científico? Como fato e verdade se relacionam nas ciências? Essas são questões que devem ser encaradas como demandas contemporâneas da educação em ciências.

Outra dimensão conceitual aludida nos textos, associada aos padrões de racionalização (de acordo com o inventário – Quadro 2), é “correlação versus causa”. Essa dimensão aparece tanto no âmbito das *fake news*, nas narrativas sobre Wakefield ter estabelecido uma relação causal com base em experimentos entre vacinas e autismo, quanto no âmbito dos desmentidos, ao apontar que estudos posteriores não identificaram relação causal ou correlação entre os dois objetos. Ironicamente, ambos os lados estabelecem correlações igualmente baseadas em experimentos (visão empírico-indutivista), porém distintas. As matérias enfatizam que a correlação verdadeira foi estabelecida através de um consenso científico. Além de

apontar o consenso científico, as publicações *fact-checking* se valem de argumentos aritméticos – mais estudos, mais sujeitos testados. Seria o fator número, legitimamente, o argumento mais convincente? Implicitamente, fica evidente que o número amostral do estudo de Wakefield é baixo (12 crianças), então por que coautores, além de revisores e editores da revista aceitaram os resultados de sua pesquisa?

No âmbito da educação em ciências, além da própria discussão sobre a **confiança epistêmica**, isto é, a confiança que cientistas depositam no trabalho de outros cientistas, é possível refletir sobre o processo de produção das vacinas e sua importância para a saúde pública e, ainda, instrumentalizar estudantes para lidarem com dados de diversas naturezas. Caminhos que demandam cada vez mais a interdisciplinaridade dos conhecimentos científicos, em razão da complexidade dos cenários, conforme apontam Catarino e Reis (2021) e de conhecimentos acerca da ciência.

No que se refere às dimensões do **eixo observacional**, em destaque “**observações e medições**”, os três textos abordam o aspecto “robustez (concordância entre diferentes tipos de dados)”. Para desmascarar as *fake news*, são confrontados dados de outros estudos, com objetos relacionados e, frequentemente, de outras áreas do conhecimento. Por exemplo, após descrever os eventos que culminaram na descoberta da fraude de Wakefield, o texto 1 apresenta conclusões de pesquisas genéticas, para inviabilizar explicações baseadas em fatores externos como causadores do autismo: “As reais causas do TEA são de origem genética [...] Um estudo recente publicado na revista Cell sequenciou os genomas completos de mais de 20 mil pessoas e identificou 134 genes relacionados ao distúrbio” (grifo do autor). Adicionalmente, o argumento de diferentes dados é reforçado com a menção a profissionais de outras áreas: “Por se tratar de um transtorno multifatorial, o diagnóstico é complexo e exige avaliação e acompanhamento de diferentes especialistas, como psicólogos, psiquiatras, neurologistas e pedagogos”. Essa discussão pode, da mesma forma, remeter à ideia de confiança epistêmica.

Do mesmo modo, lançando mão de dados numéricos, “replicação e tamanho da amostra” é a única dimensão citada entre os **experimentos**, emergindo no texto 1 com ênfase no contraste entre uma dúzia de sujeitos no estudo fraudulento contra milhares (e até milhões) nas pesquisas com credibilidade. Da publicação 2, a incerteza do tamanho da amostra é salientada como um aspecto que descredibiliza os dados, citando a bula que foi alvo da *fake news*: “*texto que acompanha a Tripedia [...]: [...] população de tamanho incerto, não é possível estimar sua frequência de forma confiável ou estabelecer uma relação causal[...]*” (grifos nossos). No texto 3, podemos aduzir esta dimensão no excerto, que exemplifica um dos estudos que classifica como sério: “*Inúmeros estudos sérios têm sido conduzidos para verificar a relação entre a vacina e a doença e nenhum encontrou qualquer evidência. Um dos maiores foi divulgado em 2015 e avaliou 95.727 crianças [...]*” (grifo nosso).

De modo menos explícito, a replicação de experimentos nas pesquisas pode ser interpretada a partir do trecho do texto 1 que destaca que “*Uma meta-análise publicada na Vaccines em 2014 por pesquisadores australianos investigou diferentes estudos envolvendo mais de 1 milhão de crianças, e os dados mostraram que a vacinação não está relacionada ao TEA*”. Ao indicar que diferentes estudos convergem em seus resultados, implicitamente a publicação aponta para replicações. A emergência de tais aspectos observacionais demonstra a necessidade de compreender os processos pelos quais as vacinas são produzidas no âmbito do ensino de ciências, o que diz respeito à dimensão **instrumentos**, principalmente no que se refere à utilização de “novos instrumentos e sua validação” nesse processo. Ademais, pode instigar discussões sobre os padrões éticos (ética) na experimentação de sujeitos humanos” para produção de vacinas e para a escolha das 12 crianças selecionadas por Wakefield para seu estudo fraudulento.

O eixo sociocultural, que comprehende aspectos externos à ciência, prevalece em relação à frequência de dimensões identificadas nos textos. Dentre as **dimensões socioculturais**, apenas não emergiram aquelas categorizadas como “vieses” por Allchin (2013; Quadro 2). Contudo, elementos não explicitados pelas publicações analisadas podem ser aludidos, de modo a abranger os vieses. Nesse sentido, Barbosa e Martorano (2017) propõem a discussão sobre episódios envolvendo figuras como Lady Mary Worley Montagu (1689-1762), que usou técnicas orientais semelhantes às utilizadas por Edward Jenner (1749-1823) para imunizar seus filhos. Porém, por ser mulher, não pertencer à comunidade científica e aplicar técnicas não ocidentais, foi altamente criticada. Em contraste, as conclusões de Wakefield foram amplamente aceitas e absorvidas. Os dois episódios narrados evidenciam a força de vieses na deposição de credibilidade e da autoridade no desenvolvimento científico.

No que tange as **instituições**, a dimensão “formas de persuasão” é aduzida nos três textos, tanto por parte dos jornalistas (em relação ao leitor) quanto por parte dos cientistas (direcionada aos pares). Os elementos de persuasão podem ser identificados implicitamente como recursos dos textos jornalísticos,

empregados no convencimento do público-alvo, ao explicitarem evidências e interpretações científicas, também usadas para persuadir a comunidade científica. A diferença é que, por se tratar de um público leigo, há um maior apelo à autoridade e ao consenso da comunidade, enquanto na persuasão científica, o maior apelo é direcionado às evidências empíricas e aos argumentos lógicos (eixos observacionais e conceituais do inventário).

Condé (2023) sugere que a persuasão pode ser uma “arma” contra o negacionismo, quando argumentos de ordem racional não bastam para conscientizar cientificamente as pessoas. Na mesma direção, Höttecke e Allchin (2020) apontam o papel da mídia (os jornalistas) para persuadir a população, se apoiando na questão sobre as mudanças climáticas. Nesse caso, a mídia atuou para converter tal questão em um problema ambiental e, em última instância, em uma crise social. Na visão dos autores, este exemplo também ilustra que a mídia pode auxiliar a “descomplicar” situações complexas. Um movimento similar ocorreu durante a pandemia de COVID-19, quando a mídia exerceu um papel crucial no convencimento das massas sobre a importância da vacinação e das medidas de prevenção contra a propagação da doença. Em consonância, Condé (2023) entende que a persuasão diminui as distâncias de “gramáticas diferentes”: a da ciência com a da valorização e conscientização científicas.

No contexto das publicações examinadas, a atuação dos jornalistas foi crucial para instigar a retratação da comunidade científica em relação à exclusão do artigo publicado por Wakefield e colaboradores, correlacionando vacinas e autismo, o que remete à dimensão “revisão por pares e resposta às críticas”. A retratação com a retirada do artigo em 2010 culminou de uma reportagem de 2004, que denunciou os problemas e inconsistências do artigo publicado em 1998, ao relatar procedimentos metodológicos nada robustos, além de “conflitos de interesse pessoal” (dimensão vinculada a **economia e financiamento**) de Wakefield, pois ele havia apresentado um pedido de patente para uma vacina concorrente. Ademais, o médico fora contratado por advogados *“para produzir dados contra a vacina, para que eles pudessem ganhar dinheiro processando os fabricantes do produto”* (texto 1), aludindo à dimensão “fontes de financiamento”.

A **comunicação** confiável entre cientistas tem nos filtros (ou guias) de curto prazo um elemento essencial para reduzir a propagação de erros, segundo Höttecke e Allchin (2020). Os autores empregam esse termo para se referir aos sistemas de revisão por pares, declarações de conflitos de interesses e **credibilidade epistêmica**. Complementarmente, a longo prazo, os cientistas se ancoram em investigações e evidências científicas mais aprofundadas pautadas na crítica mútua. Rao e Andrade (2011) pontuam que, ironicamente, a “fraude de Wakefield” foi exposta pela vigilância da mídia e não pelos olhares auspiciosos dos cientistas. Pensando sobre o papel da mídia como “guardiã” da credibilidade científica, processo de *gatekeeping* discutido por Höttecke e Allchin (2020), talvez não seja tão irônico assim.

Um outro exemplo que retrata o papel de *gatekeeping* da mídia, que envolve também a credibilidade das instituições se refere às mudanças metodológicas impostas por agências de regulação com relação à forma de testagem de efeitos colaterais das vacinas, conforme relatado pelo texto 2. As mudanças, que consistem em não admitir declarações voluntárias, “apenas efeitos colaterais com relação causal comprovada” (texto 2) em bulas, foram instauradas para gerar mais credibilidade. Essas alterações, no entanto, são ignoradas por negacionistas e desconhecidas pela maioria da população, que se torna alvo fácil das *fake news*. Ao mesmo tempo, o desmentido sustenta-se em uma visão empírico-indutivista, que atribui ingenuamente a possibilidade de comprovação a uma relação causal, como já apontado aqui.

As discussões aqui traçadas corroboram com Höttecke e Allchin (2020), especialmente na ênfase dada à dimensão “comunicação”, que permeia as demais dimensões. De forma implícita ou explícita, as dimensões relacionadas à comunicação são transversais na análise das publicações do tipo *fact-checking* até aqui. Primeiramente, de forma discreta, pois tratamos de textos jornalísticos veiculados com a finalidade de verificar a autenticidade de notícias disseminadas por redes sociais. Mais amplamente, de modo evidente, aspectos comunicacionais, como “normas para lidar com dados científicos”, “credibilidade de periódicos científicos e notícias”, “fraude ou outras formas de má conduta” e “responsabilidade social dos cientistas” podem ser detectados em todos os textos selecionados e na discussão aqui proposta. Destacadamente, fraude e má conduta são aspectos centrais na estruturação das publicações que buscam desmentir a correlação vacinas-autismo, embasando-se em argumentos sobre a comprovação de fraude e o comportamento antiético de Wakefield, bem como nas suas punições.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos textos do tipo *fact-checking* centrados em desmistificar a relação entre vacinas e autismo possibilitou a identificação de aspectos conceituais, observacionais e socioculturais, de acordo com o perfil parcial de confiabilidade proposto por Douglas Allchin e colaboradores. Os aspectos conceituais dizem respeito a “Dimensões Históricas”, “Dimensões Humanas” (menos enfatizado em relação aos outros dois) e “Padrões de Racionalização”. No âmbito das dimensões históricas, emergem fatores referentes à “consiliência com evidência estabelecida”, quando é narrada a desconsideração de Wakefield sobre estudos prévios e de outras disciplinas. Ainda que não salientado pelo perfil de Allchin, um recurso recorrente nos textos é a descrição da origem do movimento antivacina contemporâneo, incluindo o papel de Wakefield na empreitada, fatores que remetem ao contexto de descoberta.

No que concerne às dimensões humanas, são evidenciados espectros de motivações para fazer ciência (nesse caso, antiética), ao relatarem os conflitos de interesse do médico em relação ao estudo realizado. Como contraponto à ausência de discussões, salientamos possibilidades de aprofundamento, de modo a abarcar outros aspectos das dimensões relacionadas a personalidade do cientista e suas crenças prévias. Sobre os padrões de racionalização, mais frequente, destacam-se discussões envolvendo o empirismo, a prevalência de visões empírico-indutivista ao sobrevalorizar as evidências empíricas, o que leva a refletir sobre o papel da experimentação no empreendimento científico.

Mesmo que predomine uma crítica genérica ao empirismo-indutivismo no ensino de ciências, diversas vertentes do empirismo podem ser exploradas, possibilitando um entendimento mais aprofundado sobre os procedimentos científicos. Do mesmo modo, as publicações recorrem à correlação *versus* causa tanto para credibilizar que a vacina tríplice não causa autismo quanto ao relatar as *fake news*. Contudo, as notícias de verificação se substanciam na ideia de consenso científico, recorrendo à credibilidade e à expertise dos cientistas. Os padrões de racionalização, de certa forma, se relacionam com as dimensões observacionais, pois estas tangenciam fatores relacionados a procedimentos e normas, que garantem o rigor científico da produção de vacinas.

Por fim, o eixo sociocultural, que abrange o papel das instituições, economia e financiamento e comunicação, prevalece como o mais fértil em termos de aspectos de NDC, pois possibilita debater sobre as diferentes formas de persuasão que cientistas, jornalistas e negacionistas empregam, aludindo a questões relacionadas ao estabelecimento de consenso e o papel da autoridade científica. No mais, a persuasão serve, inclusive, para ilustrar as relações entre a ciência e a mídia, que atua como divulgadora e guardiã (*gatekeeper*) dos conhecimentos científicos. Ademais, as publicações se apoiam em argumentos sobre conflitos de interesse no contexto do financiamento das pesquisas fraudulentas para aumentar a confiança do leitor.

As dimensões concernentes à comunicação permeiam as demais dimensões e são onipresentes, à primeira vista por conta da natureza jornalística dos materiais analisados e, em profundidade, em razão da natureza do caso, em si, que envolve uma situação de má fé e fraude, pondo em xeque a credibilidade científica. Nesse contexto, três fatores se destacam: dependência epistêmica, confiança epistêmica e credibilidade. Embora não inclusa na “comunicação” por Allchin e colaboradores, a autoridade epistêmica também é um fator relevante. Consideramos que a abordagem desses fatores é necessária para a melhor compreensão de NDC em cenários negacionistas.

Diante do exposto, são evidentes as potencialidades das publicações do tipo *fact-checking* e do instrumento de confiabilidade para a abordagem de aspectos de NDC em sala de aula, em especial para trabalhar o “como” a pesquisa é desenvolvida. Entretanto, consideramos que o instrumento não atende ao “o que” pesquisar (e quem decide o que pesquisar), isto é, a relevância de um determinado problema em determinado contexto.

A problemática aqui abordada apresenta um caráter global, à medida que movimentos antivacina são fenômenos mundiais, que podem interferir sob diferentes formas em contextos locais. Este é o caso da vacina contra a dengue no Brasil na atualidade, que vem sendo alvo de hesitações, além de questionamentos sobre o público prioritário para o início da vacinação. Investigações futuras podem focar em problemas locais que permitam explorar a visão holística da ciência, que fuja de armadilhas positivistas e relativistas extremadas e evidencie a ciência em construção, além da ciência pronta e acabada, de modo a aproximar ciência e sociedade através de uma relação de coprodução. Desmistificar as *fake news* que embasam negacionistas não é fechar os olhos para riscos potenciais das vacinas, mas uma oportunidade de clarificar questões essenciais e auxiliar na tomada de decisão de estudantes quanto à importância da vacinação.

Agradecimentos

A primeira autora agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa de Doutorado (código 001) e pela bolsa do Programa Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE), Edital 44/2022.

As autoras agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto de pesquisa, processo 405100/2021-3.

REFERÊNCIAS

- Albuquerque, A., & Quinan, R. (2019). Crise epistemológica e teorias da conspiração: o discurso anti-ciência do canal “professor terra plana”. *Revista Mídia e Cotidiano*, 13(3), 83-104.
<http://dx.doi.org/10.22409/rmc.v13i3.38088>
- Allchin, D. (2011). Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. *Science Education*, 95(3), 518-542. <https://doi.org/10.1002/sce.20432>
- Allchin, D. (2013). *Teaching the Nature of Science: Perspectives & Resources*. Saint Paul: SHiPS Educational Press.
- Allchin, D. (2017). Beyond the Consensus View: Whole Science. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 17(1), 18-26. <https://doi.org/10.1080/14926156.2016.127192>.
- Almeida, B., & Justi, R. (2020). Influências de conhecimentos de natureza da ciência no planejamento de aulas relacionadas à história da ciência. *Investigações em Ensino de Ciências*, 25(3), 433-453.
<http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n3p433>
- Barboza, R., & Martorano, S. A. A. (2017). O caso da vacina tríplice e o autismo: o que os erros nos ensinam sobre os aspectos da natureza da ciência. In: Moura, B. A., & Forato, T. C. M. (Ed.), *Histórias das ciências, epistemologia, gênero e arte: ensaios para a formação de professores* (53-70). São Bernardo do Campo, SP: UFABC. <https://doi.org/10.7476/9788568576847>
- Barcellos, M. (2020). Ciência não autoritária em tempos de pós-verdade. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1496-1525. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1496>
- Barkun, M. (2013). *A Culture of Conspiracy Apocalyptic Visions in Contemporary America*. Berkeley, United States of America: University of California Press.
- Bejarano, N. R. R., Aduriz-Bravo, A., & Bonfim, C. S. (2019). Natureza da Ciência (NOS): Para além do Consenso. *Ciência & Educação (Bauru)*, 25(4), 967-982. <http://dx.doi.org/10.1590/1516-731320190040008>
- Besley, T., Peters, M., & Rider, S. (2018). Afterword: Viral Modernity from Postmodernism to Post-truth? In A. M. Peters, M. Hyvönen, S. Rider, T. Besley (Eds.), *Post-Truth, Fake News Viral Modernity & Higher Education*. Singapore: Springer.
- Bonfim, C. S., & Garcia, P. M. P. (2021). Investigando a “Terra plana” no YouTube: contribuições para o ensino de Ciências. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 12(3), 1-25.
<https://doi.org/10.26843/rencima.v12n3a21>
- Brenzam Filho, F., & Andrade, M. A. B. S. (2023). Percepções de licenciandos acerca da Ciência a partir de um curso de formação complementar. *Ensino e Tecnologia em Revista*, 7(2), 677-691.
<http://dx.doi.org/10.3895/etr.v7n2.16796>
- Canavilhas, J., & Ferrari, P. Fact-checking: o jornalismo volta às origens. In D. Buitoni (Ed.), *Jornalismo em Tempo de Transformação: Desafios de Produção e de Ação* (30-49). Porto Alegre, RS: Sulina.

Cassiani, S., Selles, S. L. E., & Ostermann, F. (2022). Negacionismo científico e crítica à Ciência: interrogações decoloniais. *Ciência & Educação (Bauru)*, 28, e22000. <https://doi.org/10.1590/1516-731320220000>

Catarino, G. F. C., & Reis, J. C. O. (2021). A pesquisa em ensino de ciências e a educação científica em tempos de pandemia: reflexões sobre natureza da ciência e interdisciplinaridade. *Ciência & Educação (Bauru)*, 27, e21033. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210033>

Condé, M. L. L. (2023). Entre loucos e hereges: quem confia na ciência? In: Gurgel, I. (Ed.), *Por que confiar nas ciências?* Epistemologias para o nosso tempo (1-12). São Paulo, SP: Livraria da Física.

Cofré, H., Núñez, P., David, S., Pavez, J. M., Valencia, M., & Vergara, C. (2019). A Critical Review of Students' and Teachers' Understandings of Nature of Science. *Science & Education*, 28, 205–248. <https://doi:10.1007/s11191-019-00051-3>

Cupani, A. (2023). Arrogância e desconfiança: sobre o valor da ciência. In: Gurgel, I. (Ed.), *Por que confiar nas ciências?* Epistemologias para o nosso tempo (13-24). São Paulo, SP: Livraria da Física.

Lisbôa, R. A. M., & Pessoa Jr., O. (2015). Concepções sobre verdade na ciência: visões filosóficas de professores de física do ensino superior. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27, 2015, 45-52. Recuperado de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/12585>

Farrell, J. (2016). Network structure and influence of the climate change counter-Movement. *Nature Climate Change*, 6, 370–374. <https://doi.org/10.1038/nclimate2875>

Fonseca, B. (2017). O que é fact-checking? *Agência Pública*. Recuperado de <https://apublica.org/checagem/2017/06/truco-o-que-e-fact-checking/>

Fourez, G. (2003). Crise no Ensino de Ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*, 8(2), 109-123. Recuperado de <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/542>

Gaon, S., & Norris, S. P. (2001). The undecidable grounds of scientific expertise: Science education and the limits of intellectual independence. *Journal of Philosophy of Education*, 35, 187-201.

Garcia-Carmona, A. (2024). The non-epistemic dimension, at last a key component in mainstream theoretical approaches to teaching the nature of science. *Science & Education*, online. <https://doi.org/10.1007/s11191-024-00495-2>

Garcia, M., Cunha, S. E., & Oliveira, T. (2021). Regimes de verdade na pandemia de Covid-19: discursos científicos e desinformativos em disputa no Youtube. *revista Fronteiras - estudos midiáticos*, 23(2), 104-117. Recuperado de 10.4013/fem.2021.232.08. <http://dx.doi.org/10.4013/fem.2021.232.08>

Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. (4a. ed.). São Paulo, SP: Atlas.

Gois, E., Lima, N. W., & Moraes, A. G. (2024). Não Tem Saída Fácil: Tensão entre Autonomia Epistêmica e Confiança na Ciência como Caminho para a Educação em Ciências Contemporânea. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 24(e49070), 1-64. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2024u427490>

Graves, L., & Cherubini, F. (2016). *The rise of fact-checking sites in Europe*. Oxford: Reuters Institute for the Study of Journalism. <https://doi.org/10.60625/risj-tdn4-p140>

Guerra, A. (2023). O que podemos aprender com a ciência? In: Gurgel, I. (Ed.), *Por que confiar nas ciências?* Epistemologias para o nosso tempo (281-312). São Paulo, SP: Livraria da Física.

Gurgel, I. (2023). *Por que confiar nas ciências?* Epistemologias para o nosso tempo. São Paulo, SP: Livraria da Física.

Guerra, A., Moura, C .B., & Gurgel, I. (2020). Sobre Educação em Ciências, Rupturas e Futuros (Im)possíveis. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1010-1019. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1010>

- Guimarães, C. (2014). Uma pesquisa nacional mostra que 79% dos brasileiros não conseguem entender um manual de instrução para usar aparelhos domésticos. *Época*. Recuperado de <https://epoca.globo.com/vida/noticia/2014/09/um-pais-de-banalfabetos-cientificos.html>
- Gomes, S. (2024). Relatório da OCDE mostra que brasileiros são os piores em identificar notícias falsas. *Jornal da USP*. Recuperado de <https://jornal.usp.br/radio-usp/relatorio-da-ocde-mostra-que-brasileiros-sao-os-piores-em-identificar-noticias-falsas/>.
- Hardwig, J. (1985). Epistemic dependence. *Journal of Philosophy*, 82(7), 335–349.
- Höttinge, D., & Allchin, D. (2022). Reconceptualizing nature-of-science education in the age of social media. *Science Education*, 104(4), 641-666. <http://dx.doi.org/10.1002/sce.21575>.
- Jesus, A. J. B. (2021). *Aspectos da natureza da ciência nos discursos de futuros professores de ciências frente a questões sociocientíficas*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, PR. Recuperado de <https://tede.unioeste.br/handle/tede/5394>
- Kato, M. (2021). 11 principais fake news sobre vacinas. *Revista Crescer*. Recuperado de <https://revistacrescer.globo.com/Quem-ama-vacina/noticia/2021/09/11-principais-fake-news-sobre-vacinas.html>
- Krastev, I., & Leonardo, M. (2020). Europe's pandemic politics: How the virus has changed the public's worldview. *European Council on Foreign Relations*. Recuperado de https://ecfr.eu/publication/europees_pandemic_politics_how_the_virus_has_changed_the_publics_worldview/
- Kuhn, T. S. (2011). *A Estrutura das Revoluções científicas*. Tradução Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. (11a ed.). São Paulo, SP: Perspectiva.
- Latour, B. (2014). Para distinguir amigos e inimigos no tempo do Antropoceno. *Revista de antropologia*, 57(1), 11-31. <https://doi.org/10.11606/2179-0892.ra.2014.87702>
- Lelo, T. V., & Pachi Filho, F. (2021). Credibilidade em disputa no jornalismo digital: Estratégias discursivas das agências de fact-checking brasileiras vinculadas aos conglomerados de mídia. *Estud. mensaje period*, 27(2), 531-541. <https://dx.doi.org/10.5209/esmp.71235>
- Lima, N. W., Vazata, P. A. V., Ostermann, F., Cavalcanti, C. J. L., & Guerra, A. (2019). Educação em Ciências nos Tempos de Pós-Verdade: Reflexões Metafísicas a partir dos Estudos das Ciências de Bruno Latour. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 19, 155–189. <http://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2019u155189>
- Lima, G. P., Silva, A. C. T., & Souza, D. N. (2021). Controvérsias sobre Vacinas: o que pensam os estudantes? *RBECM*, 4(2), 646-669. <https://doi.org/10.5335/rbecm.v4i2.11487>
- Machado, J., & Rodrigues, M. G. (2022). É possível reabilitar o empirismo no Ensino de Ciências? Virtude pragmática sob a ótica antirrealista de Bas van Fraassen. *Ciência & Educação (Bauru)*, 28, e22039. <https://doi.org/10.1590/1516-731320220039>
- Massarani, L., Polino, C., Moreira, I., Fagundes, C., & Castelfranchi, Y. (2022). *Confiança na ciência no Brasil em tempos de pandemia*. Rio de Janeiro, RJ: INCT-CPCT.
- Matthews, M. R. (1992). History, philosophy and science teaching: the present rapprochement. *Science & Education*, 1(1), 11-48.
- Miguel, M. L., Santos, L. J., & Souza, L. A. M. (2022). Algumas percepções de estudantes do ensino médio sobre ciências, pseudociência e movimentos anticientíficos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 27(1), 191-222. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2022v27n1p191>

- Monari, A. C. P. (2021). A autoridade epistêmica e a percepção pública sobre ciência e saúde na era da pós-verdade. *SCITE LAB Laboratório de Investigação*. Recuperado de <https://citelab.uff.br/a-autoridade-epistemica-e-a-percepcao-publica-sobre-ciencia-e-saudade-na-era-da-pos-verdade/>
- Oliveira, J. A. (2021). *Em quem e no que confiar? Análise de conhecimento funcional de natureza da ciência de licenciandos em Química*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Ouro Preto, MG. Recuperado de <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/13237>
- Oreskes, N. (2021). *Why trust science?* Princeton: Princeton University Press.
- Pessoa Jr., O. (2009). A classificação das diferentes posições em Filosofia da Ciência. *COGNITIO-ESTUDOS: Revista Eletrônica de Filosofia*, 6(1), 001-073. Recuperado de <https://revistas.pucsp.br/index.php/cognitio/article/view/5809>
- Pessoa Jr., O. (2016). Conciliando a neutralidade e a carga teórica das observações. In P. Lorenzano et al. (Eds.), *Filosofía e Historia de la Ciencia en el Cono Sur* (pp. 143-148). Córdoba, Argentina: AFHIC.
- Popper, K. R. (1963). "The demarcation between science and metaphysics". In P. A. Schilpp (Ed.), *The Philosophy of Rudolf Carnap*. La Salle: Open Court.
- Rao, T. S. S. & Andrade, C. (2011). The MMR vaccine and autism: Sensation, refutation, retraction, and fraud. *Indian Journal of Psychiatry*, 53(2), 95–96. <https://doi.org/10.4103%2F0019-5545.82529>
- Santos, M. (2018). Uso da História da Ciência para Favorecer a Compreensão de Estudantes do Ensino Médio sobre Ciência. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(2), 641-668. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018182641>
- Seibt, T., & Fonseca, V. P. S. (2019). Transparência como princípio normativo do jornalismo: a prática de fact-checking no Brasil. *Comunicação Pública*, 14(27), 1-15. <https://doi.org/10.4000/cp.4806>
- Sertler, E. (2022). Epistemic Dependence and Oppression: A Telling Relationship. *Episteme*, 19(3), 394-408. <http://dx.doi.org/10.1017/epi.2020.34>
- Silveira, F. L. da. (1996). A Filosofia da Ciência de Karl Popper: o racionalismo crítico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 13(3), 197-218.
- Spinelli, E. M., & Santos, J. A. (2018). Jornalismo na era da pós-verdade: fact-checking como ferramenta de combate às fake news. *Revista Observatório*, 4(3), 759–782, 2018. <https://doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2018v4n3p759>
- Soares, V. P., & Silva, R. R. (2021). Utilização de um texto de divulgação científica sobre vacinação: uma proposta para o ensino fundamental, *Experiências em Ensino de Ciências*, 6(2), 11-25.
- Sou Ciência (2023). Confiança em vacinação segue firme no Brasil, mas é afetada por política, educação e renda. *Centro de Estudos, Sociedade, Universidade e Ciência (UNIFESP)*. Recuperado de <https://souciencia.unifesp.br/destaques/sociedade-fala/confianca-em-vacinacao-segue-firme-no-brasil-mas-e-afetada-por-politica-educacao-e-renda>
- Tiengo, R. (2021). Conteúdo falso antivacina cresce 131% em rede social com início da imunização contra Covid, aponta projeto ligado à USP. *g1*, Recuperado de <https://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2021/02/26/conteudo-falso-anti-vacina-cresce-131percent-em-rede-social-com-inicio-da-imunizacao-contra-covid-aponta-projeto-ligado-a-usp.ghtml>
- Troiano, G., & Nardi, A. (2021). Vaccine hesitancy in the era of COVID-19. *Public Health*, 194, 245-251. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2021.02.025>
- Uscinski, J. E., & Butler, R. W. (2013). The Epistemology of Fact Checking. *Critical Review*, 25(2), 162-180. <https://doi.org/10.1080/08913811.2013.843872>
- Videira, A. A. P. (2023). É a ciência, enquanto tal, confiável? In: Gurgel, I. (Ed.), *Por que confiar nas ciências? Epistemologias para o nosso tempo* (57-80). São Paulo, SP: Livraria da Física.

Vilela, M. L., & Selles, S. E. (2020). É possível uma Educação em Ciências crítica em tempos de negacionismo científico? *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 7(3), 1722-1747.
<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1722>

Recebido em: 09.02.2024

Aceito em: 08.11.2024