



História da vacina e história da Astronomia: episódios históricos para a educação em Ciências em tempos negacionistas

HISTORY OF THE VACCINE AND HISTORY OF ASTRONOMY: HISTORICAL EPISODES FOR SCIENCE EDUCATION IN DENIALIST TIMES

TIAGO VENTURI¹, ROBERTA CHIESA BARTELMBS², LARA AMÉLIA DREON LOHMANN³, AMANDA MARIA GARCIA DE SOUZA⁴, ISABELLA CAROLINA UMERES³

¹ PROFESSOR, DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO, ENSINO E CIÊNCIAS, UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR), PALOTINA, PR, BRASIL.

² PROFESSORA, DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO, ENSINO E CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR), PALOTINA, PR, BRASIL.

³ GRADUADA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS PELA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR), PALOTINA, PR, BRASIL

⁴ GRADUANDA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS PELA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ (UFPR), PALOTINA, PR, BRASIL

E-MAIL: TIAGO.VENTURI@UFPR.BR, ROBERTA.BARTELMBS@UFPR.BR, LARALOHMANN@UFPR.BR, AMANDA.MARIA@UFPR.BR, ISABELLA.CAROLINA@UFPR.BR

Abstract: With the advancement of information technologies and the emergence of the Covid-19 pandemic, denialist movements have gained strength. We seek in this article, in the format of a theoretical essay that discusses two historical facts, the production of vaccines and the shape of the Earth, to integrate historical knowledge that allows deeper reflections on the part of science teachers. We discuss some psychological components of human behavior. When we approach the history of vaccines and the history of Astronomy, they seem, at first, different stories and with different historical moments. However, when we delve deeper into the discussions, we realize that both share many aspects, including fake news, which plagues society and, denialist theories: anti-vaccine and flat-Earthers. We consider the history of science essential in science education to combat scientific denialism and obscurantism.

Resumo: Com o avanço das tecnologias da informação e o surgimento da pandemia de Covid-19, os movimentos negacionistas vêm ganhando força. Buscamos neste artigo, no formato de ensaio teórico que discute dois fatos históricos – a produção de vacinas e a forma da Terra – integrar conhecimentos históricos que possibilitem reflexões mais profundas por parte de professores de ciências. Discutimos alguns componentes psicológicos do comportamento humano. Ao abordarmos a história das vacinas e a história da Astronomia, elas se parecem, num primeiro momento, histórias distintas e com momentos históricos diferentes. Contudo, quando nos aprofundamos nas discussões, percebemos que ambas compartilham de muitos aspectos em comum, dentre eles, as *notícias falsas*, que assolam a sociedade e as teorias negacionistas: antivacinas e terraplanistas. Consideramos a história da ciência essencial na educação em ciências para o combate ao negacionismo científico e ao obscurantismo.

Citation/Citação: Venturi, T., Bartelmebs, R. C., Lohmann, L. A. D., Souza, A. M. G. de, & Umeres, I. C. (2022). História da Vacina e História da Astronomia: episódios históricos para a Educação em Ciências em tempos negacionistas. *Terraê Didática*, 18(Publ. Contínua), 1-12, e022014. doi: 10.20396/td.v18i00.8668944.

Keywords: History of science, Fake news, Fake science.

Palavras-chave: História da ciência, Notícias falsas, Falsidade científica.

Manuscript/Manuscrito:

Received/Recebido: 24/01/2022

Revised/Corrigido: 11/02/2022

Accepted/Aceito: 02/03/2022



Introdução

Em um contexto marcado pela pandemia de Covid-19, que resultou em uma crise sanitária e social, movimentos negacionistas, anticientíficos e pseudocientíficos espalham-se e tomam força por meio das redes sociais. Embora os movimentos sempre tenham existido, no contexto atual ganharam proporções colossais, atingindo esferas políticas importantes e de impacto coletivo. Isto porque são movimentos, como o movimento antivacinas, que prejudicam as campanhas de imunização e colocam vidas em risco. Já em meados de 2017, o Conselho Nacional de Secretários da

Saúde (Conass) alertava para a queda da imunização no país. No entanto, as questões apontadas à época eram de ordem estrutural do próprio sistema nacional de saúde. Atualmente a situação vem se agravando, também por motivos ideológicos (Barberia & Rosa, 2021).

Outra teoria negacionista que ganhou força nos últimos anos é o terraplanismo. Esta teoria, e suas derivadas, como a crença de que o homem não pisou na Lua, já existem há bastante tempo (Lang, 2015). De modo geral, o movimento visa desacreditar conhecimentos científicos construídos historicamente, baseados em evidências. Um dos

problemas da situação é de cunho epistemológico. Como aponta Marineli (2020), trata-se de atribuir critérios de senso comum ao pensamento científico. Um dos motivos da disseminação dessas ideias, segundo o autor, é a visibilidade que a mídia, em especial a internet, traz a este tipo de pensamento. Ao citar o documentário “A Terra é plana”, disponível via *streaming* na Netflix, o autor afirma que:

A existência desse documentário, que apresenta um tom crítico ao movimento retratado, é um exemplo da crescente visibilidade que ideias negacionistas vêm ganhando atualmente. Eventos históricos, como o holocausto ou a ditadura militar no Brasil, muitas vezes são negados ou relativizados, assim como o aquecimento global, a função das vacinas e até a esfericidade da Terra. Ideias como essas encontram hoje em dia campo fértil na internet e nas mídias sociais, que levam esse tipo de conteúdo a grandes audiências (Marineli, 2020, p. 1175).

É no vasto universo chamado internet que majoritariamente navegam nossos estudantes. Muitas vezes, os conhecimentos escolares chocam-se com os dados recebidos nos diversos canais do *Youtube*. E quem vence esta batalha por reconhecimento e valorização, nem sempre é o conhecimento científico veiculado nas escolas.

Enquanto docentes, precisamos reconhecer que vivemos tempos obscurantistas, que afastam ciência e sociedade. Como consequência, decisões individuais, coletivas e políticas públicas desconsideram a ciência e o trabalho realizado por instituições de pesquisa. A ciência vem sendo questionada pela ausência de respostas, pela falta de verdades, por trazer mudanças em conhecimentos outrora consolidados. E não seria este o objetivo da ciência e do fazer ciência?

Compreender que o conhecimento científico representa um conhecimento racional, pautado por evidências, e confiável em um determinado momento histórico, não é tarefa fácil. Significa renunciar a verdades absolutas, respostas definitivas e dogmas, em prol de conhecimentos em constante evolução ao longo do tempo, ao longo da história. E em meio a essa situação conjuntural, ensinar Ciências é o desafio posto aos professores nesta época. Portanto, este estudo objetiva refletir sobre episódios históricos – história da vacina e da Astronomia – e suas contribuições para ensinar sobre ciência e sobre o fazer ciência em tempos negacionistas. Para tanto, apresentamos a seguir

algumas reflexões teóricas que visam embasar o trabalho do professor em sala de aula, na Educação em Ciências.

História das Vacinas: uma vacina contra Covid-19 em oito meses?

Vacinas podem ser conceituadas como produtos biotecnológicos, que contêm unidades ou partes enfraquecidas ou inativadas de um antígeno (substância ou microrganismo estranho ao hospedeiro), que têm como objetivo estimular uma resposta imunológica do corpo (Fernandes et al., 2021). Em síntese, trata-se de um composto enfraquecido, inativo ou sintético, que não causará manifestações de *enhancement*, ou seja, provocar ou agravar doenças em quem recebe vacinas (Guimarães, 2020).

A vacina induz o sistema imunitário a produzir imunidade humoral (anticorpos) e imunidade celular, reação semelhante ou aprimorada àquela produzida no caso de infecção pelo verdadeiro agente patogênico (WHO, 2020).

O objetivo principal das vacinas é proteger indivíduos e comunidades de infecções; sobretudo, de manifestações de formas graves das doenças, evitando sobrecarga e colapso dos sistemas de saúde (Fernandes et al., 2021), tal como vivenciamos durante a pandemia de Covid-19. Portanto, apesar de opiniões contrárias, as vacinas são instrumentos de saúde pública, responsáveis por erradicar doenças e salvar vidas e, independentemente de decisões individuais, mostraram ao longo da história sua efetividade e eficácia em prol da qualidade e aumento da expectativa de vida da população.

No entanto, é longa a história do desenvolvimento dessa biotecnologia que nos permitiu controlar a pandemia de Covid-19 em dois anos. Como basicamente qualquer outro produto da ciência, os conhecimentos científicos existentes hoje para a produção de vacinas são resultantes do acúmulo de uma construção histórica e social, da participação de diversos pesquisadores, muitos deles distantes no espaço e no tempo (Guzzo & Dall’alba, 2021). Edward Jenner [1749-1823], naturalista e médico franco-inglês, foi o pioneiro, do ponto de vista científico, na produção da vacina contra varíola. No entanto, sua produção não seria possível sem as pessoas que pensaram sobre a varíola antes dele, as vítimas da doença, os contaminados com a varíola bovina (Guzzo & Dall’alba, 2021) e, principalmente, o trabalho de chineses e turcos que, em meados

do século XV, registraram as primeiras tentativas de induzir uma resposta imunológica de proteção à doença (Fernandes et al., 2021).

Ao partir destes conhecimentos e contexto, Jenner, em 1796 na Inglaterra, observou que as ordenhadeiras de leite que contraíam a varíola bovina durante suas atividades apresentavam imunidade ou adoeciam de varíola humana de forma mais branda (Fernandes et al., 2021). Assim, Jenner concluiu que a exposição das pessoas ao fluido de uma pústula de varíola bovina, existente nas vacas ordenhadas, acarretava uma possível proteção contra a varíola humana. Então, a técnica da “variolação” foi melhorada e testada por Jenner, ele inoculou o material de uma lesão da mão de uma ordenhadeira em um menino de oito anos que, posteriormente, demonstrou proteção contra a doença humana (Fernandes et al., 2021). Depois de cerca de um século, Louis Pasteur “[...] demonstrou o processo de atenuação de cepas da bactéria *Pasteurella multocida* para imunização de galinhas contra a cólera aviária” (Fernandes et al., 2021, p. 19). A essa cepa Pasteur deu o nome de “vacina”, em português, originada do latim *racca*, significando vaca, uma forma de homenagear o trabalho de Jenner com a varíola.

Concordamos com Guzzo & Dall’alba (2021), quando afirmam que as vacinas utilizadas na atualidade não são as mesmas de dois ou três séculos atrás, afinal vivenciamos tempos de inovações tecnológicas, com vacinas de RNA mensageiro (ácido ribonucleico) contra a Covid-19. No entanto, precisamos reconhecer o caráter social do trabalho científico, visto que a proposta de Jenner tornou-se um produto científico e tecnológico público, passível de análise, teste e aprimoramento por outros cientistas (Guzzo & Dall’alba, 2021).

Destacamos o trabalho do microbiologista Maurice Hilleman que, na segunda metade do século XX, dedicou-se a trabalhar em vacinas para doenças emergentes à época, às quais a população estava vulnerável, como sarampo, a caxumba, a rubéola e a meningite (Offit, 2008). Nesta parte da história da ciência das vacinas, podemos afirmar que, se Hilleman “viu mais longe, foi porque esteve sobre ombros de gigantes”, como afirmava o próprio pesquisador parafraseando Isaac Newton (Offit, 2008). O pesquisador contribuiu com a produção de mais de 40 vacinas, amparando-se em trabalhos de inúmeros pesquisadores, dentre eles, das pesquisas de Edward Jenner. São pesquisas que estão à disposição de gerações de

pesquisadores, da comunidade científica, para aprimorá-las, a fim de enfrentar novos contextos e problemas, tal qual o vivenciado atualmente com o vírus SARS-CoV-2.

É com base nos estudos de diversos pesquisadores, que produziram conhecimentos sobre vacinas ao longo de séculos, que os laboratórios e cientistas do mundo todo, em ritmo acelerado, deram respostas à sociedade produzindo vacinas para proteger as pessoas da Covid-19 (Guzzo & Dall’alba, 2021). A exemplo temos as vacinas da *PfizerBioNTech BNT162b*, a Moderna *mRNA-1273*, a *University of Oxford-AstraZeneca ChAdOx1*, a Sinovac (CoronaVac), dentre outras que vêm contribuindo com o controle da pandemia atual (Samaranayake et al., 2021). Ponte (2003), ao explicar o surgimento de epidemias e pandemias, afirma que o fenômeno decorre da globalização (facilitação dos meios de transporte, viagens e grandes movimentações populacionais) e da devastação ambiental. Portanto, teremos que ter respostas rápidas sempre que uma nova pandemia ocorrer.

Apesar dos bem-sucedidos resultados em termos de qualidade e expectativa de vida proporcionadas pelo histórico de efetividade dos imunizantes, alguns estudos mostram o aumento na desconfiança em torno da vacinação (Massarani et al., 2020). Tal desconfiança se apoia em *fake news* e movimentos antivacinas. O movimento foi iniciado pelo médico Andrew Wakefield, em 1998 na Inglaterra, que correlacionou, de forma fraudulenta, a tríplice viral (*MMR*, que protege contra caxumba, rubéola e sarampo) com casos de autismo em crianças. Foi uma das maiores fraudes na história da pesquisa médica, em que prontuários médicos foram adulterados, porém seus efeitos foram nefastos. E apesar da condenação de Wakefield, as consequências, em um movimento antivacinas, perduram na atualidade (Pasternak & Orsi, 2020).

Tais movimentos prezam pela desinformação, divulgando notícias anticientíficas que colocam o ser humano no centro da decisão de se vacinar ou não, isentando o indivíduo de sua responsabilidade coletiva pela saúde da comunidade em que vive (Teixeira & Santos, 2020). “A decisão não apresenta apenas um risco pessoal, gerando consequências em larga escala, já que possibilita o reaparecimento de doenças já controladas” (Massarani et al., 2020, p.2), além de dificultar o controle de doenças, a exemplo do controle da Covid-19.

Os aspectos da negação à ciência e à história da ciência e dos produtos científicos e tecnológicos

serão discutidos adiante. No entanto, consideramos de fundamental importância ressaltar a história da vacina, iniciada especialmente por Edward Jenner, na pandemia de varíola, visto que é um exemplo de que o acúmulo de conhecimentos científicos permitiu avanços extraordinários em termos de saúde. Avanços tecnológicos e conhecimentos foram construídos de 1800 até 2020, para que em menos de oito meses surgisse esperança em inúmeras vacinas para combate ao coronavírus. História que permite compreender o combate e a erradicação da varíola, assim como a importância da vacinação para combater o coronavírus. Do mesmo modo, a história da Astronomia nos permite compreender e combater outros movimentos negacionistas da ciência, tal como o “terraplanismo”, como discutiremos na sequência.

História da Astronomia: A Terra já foi plana?

É justo pensarmos em como a humanidade chegou a determinadas concepções que hoje são bastante conhecidas. O Universo, na mentalidade científica e filosófica, principiou tendo apenas o tamanho de nosso sistema solar, para hoje ser considerado muito grande, ou gigantesco. Deslocamos a posição de nosso planeta pelo espaço sideral, inicialmente de um lugar privilegiado, em um ponto muito importante para uma cosmovisão egocêntrica (Piaget & Garcia 2011) até uma Terra descentrada, em um braço periférico de uma, das muitas galáxias distribuídas no imenso Universo. A afirmação de que a Terra não era mais o centro do Universo foi a consequência de um “colapso de uma das bases mais firmes sobre as quais era sustentada a concepção antiga e medieval do mundo, e que fazia com que essa concepção não tivesse modificações importantes durante tantos e tantos séculos” (Baig & Agustenich, 1997, p. 11).

De acordo com Thomas Kuhn (2002), a mudança só foi possível quando se rompeu com as bases conceituais sobre a qual a imagem de Terra como centro do universo havia se fundamentado. Trata-se de uma revolução científica longa, que durou mais de 200 anos. Porém, há indícios de que, antes disso, os gregos já haviam se preocupado em, aproveitando as observações dos babilônios e egípcios, construir modelos explicativos para compreender os movimentos dos astros, e nem todos confluíram para a ideia da Terra plana, ou ainda centro do Universo.

Desde a Grécia antiga, segundo, por exemplo, Aristóteles [384 a.C. - 322 a. C.] e, anteriormente, Pitágoras [570 a.C. - 495 a.C.] – sabe-se que

a Terra é (quase) esférica, sendo também bem conhecido que no século III a.C. Eratóstenes [276 a.C. - 194 a.C.] fez a primeira determinação da circunferência da Terra (Lang, 2017, p.4).

Mesmo entre os astrônomos da Idade Média, e entre os geocentristas, não havia dúvidas sobre o formato do planeta Terra (Lang, 2017). “A geometria da Terra era essencialmente a mesma, seja na velha concepção geocêntrica, seja na revolucionária concepção heliocêntrica que Copérnico reviveu no século XVI” (Lang, 2017, p.5). Então, como podemos explicar o surgimento desse questionamento incisivo acerca da forma do planeta, em pleno século XXI?

Ao contrário do que, muitas vezes, nos aponta o senso comum, os gregos, e outros pensadores antigos, não eram majoritariamente terraplanistas. Para isso, basta pensarmos que na época de Ptolomeu não se discutia o terraplanismo. A Terra, centro do universo, era já representada como uma esfera. De acordo com a pesquisa de Bonfim & Garcia (2021), essa ideia já havia sido superada, sendo trazida à tona novamente no final do século XIX por uma pessoa que isoladamente resolveu realizar um experimento no mínimo curioso.

Lang (2015) apresenta a história da contestação acerca da forma da Terra, reintroduzida ao debate popular por Samuel Rowbotham, no final do século XIX. Samuel fundou uma sociedade pseudocientífica em defesa, principalmente, do argumento de que a Terra é plana. Sua argumentação parte, essencialmente, de citações religiosas de cunho fundamentalista. Para Lang:

Terra Plana faz parte de um grande pacote de “verdades” insustentáveis como a da criação em 4 mil A.C., a da coexistência de humanos com dinossauros e pasmem, a da coabitação na arca de Noé, dos dinossauros com animais atuais (Lang, 2015, s/p).

Trata-se de um grande revisionismo histórico que, obviamente, não leva em conta milênios de dados acumulados em favor, tanto da afirmação de que a Terra não é plana quando da própria teoria da evolução.

O que podemos apreender disso? Que pessoas podem ter ideias, que nem sempre serão condizentes com a realidade, o que já é bem demonstrado pela psicologia cognitiva ao tratar do tema distorção cognitiva (Dawes, 1964, Beck, 2013). No entanto, tais ideias podem trazer, dependendo do contexto social, político e econômico no qual se inserem, um problema de raízes profundas e de difícil solução.

Albuquerque & Quinan (2019) mencionam a *International Flat Earth Society*, fundada no ano de 1956. Trata-se de uma sociedade que, atualmente, possui 555 membros registrados, com dados desatualizados, contabilizando-se apenas os anos de 2009 a 2016. Os membros possuem diferentes nacionalidades: Espanha, Irlanda, Estados Unidos, Inglaterra, Canadá, Nova Zelândia, Alemanha, Austrália, Itália, Bélgica, Grécia, China, Finlândia etc.

Como apresenta Bertotti (2020), os terraplanistas seriam os “novos cínicos”, isto é, dentro da teoria da filósofa Susan Haack (Haack, p. 20, 2007, apud Bertotti, 2020, p. 198):

[...] o suposto ideal da investigação honesta, do respeito pela evidência, da preocupação com a verdade, é um tipo de ilusão, uma cortina de fumaça disfarçando as operações de poder, política e retórica (Haack, p. 20, 2007, apud Bertotti, 2020, p. 198).

Ainda segundo Bertotti (2020, p. 200):

Em resumo, a partir do ponto de vista deles, não há lugar para a honestidade na ciência “globalista” e, com base nisso, eles consideram todas as evidências oferecidas como falsas. Para eles, tudo parece ser um tipo de narrativa criada para beneficiar determinados grupos e organizações, na qual não há espaço para a honestidade, para o respeito pela evidência e para a preocupação com a verdade, da mesma maneira como pensam os Novos Cínicos (Haack, 2007). Por conta disso, eles acreditam não só que têm o dever de contar ao mundo sobre isso, mas também que devem fazer uma ciência “de verdade”, pautada por aquilo que entendem ser “o método científico” e livre do controle dos “grandes poderosos” (Bertotti, 2020, p. 200).

As consequências desse tipo de questionamento podem ser as que já presenciamos durante a pandemia da Covid 19: negacionismo, mortes e disseminação de *fake news*. Ou seja, um verdadeiro atentado contra a vida da humanidade, como discutiremos no tópico a seguir.

Negacionismo científico: engodo obscurantista

As histórias das Vacinas e da Astronomia nos revelam que os questionamentos são essenciais ao fazer científico, a própria ciência se fez e se faz de boas perguntas. No entanto, ao olharmos para os movimentos terraplanistas ou antivacinas, precisamos reconhecê-los como um “engodo obscurantista”, com objetivos de atrair e enganar pessoas em prol

de uma dominação política, ideológica, religiosa e/ou obscura. São movimentos que objetivam negar os conhecimentos construídos historicamente e socialmente pela humanidade, cujos questionamentos já foram respondidos e corroborados pela ciência, ou seja, será praticamente impossível produzir novos conhecimentos científicos que os contradigam.

Acerca do que pode ser considerado ou não conhecimento científico, Lakatos & Marconi (1986) afirmam que existem características essenciais destes conhecimentos: lidar com fatos da realidade, de forma sistemática, verificável, falível e contingente. Como resultado, o conhecimento científico não é uma verdade absoluta, dogmática, mas, isso sim, é passível de verificação, atualização e reconhecimento pela comunidade científica, desde que mediante adoção de critérios racionais aceitos por esta comunidade. Bartelmebs, Venturi & Sousa (2021, p. 70) afirmam que existem “diversas sistematizações racionais para “construir esse conhecimento” e compreender essas metodologias” de pesquisa e produção de conhecimento científico faz-se fundamental para compreender a ciência enquanto empreendimento histórico, social e humano.

Assim, podemos reconhecer que a ciência é uma das formas de compreender o mundo, de construir conhecimentos e produtos científicos e tecnológicos, de forma sistematizada e racional, baseada em fatos e evidências, com base em modelos teóricos sólidos e robustos, avaliados e validados por uma comunidade epistêmica. Comunidade epistêmica pode ser definida como grupo de pessoas, pesquisadores e estudiosos que formam uma comunidade científica de uma determinada área do conhecimento, que busca, “com base em práticas e critérios largamente compartilhados, alcançar objetivos epistêmicos tais como adquirir conhecimento, entendimento ou sabedoria” (Brito, 2019, p. 28). É a partir da comunidade epistêmica que

[...] são estabelecidos quais Teorias e/ou Modelos podem ser propostos, quais fenômenos de interesse podem ser delimitados, como esses fenômenos podem ser investigados, quais as formas possíveis de testes e quais as restrições e expansões epistêmicas que podemos utilizar, dada a nossa formação e atuação como membros de uma dada comunidade epistêmica. [...] Consideramos como agente epistêmico um indivíduo ou uma comunidade que seja capaz de tomar atitudes cognitivas a respeito de sua busca pela verdade, pelo entendimento, pelo conhecimento, pelos fundamentos de sua crença, entre outros possíveis sucessos epistêmicos (Brito, 2019, p. 57).

Com esta conceituação de comunidade epistêmica, podemos compreender que é esta comunidade, com seus valores epistêmicos e não-epistêmicos, que pode tomar uma decisão sobre qual estratégia de pesquisa será adotada para responder uma pergunta e construir um conhecimento. Assim, podemos compreender que as comunidades epistêmicas de cada área se tornam autoridades científicas daquela área e têm a possibilidade de diagnosticar os consensos e dissensos da área, o que já está consolidado ou não, o que ainda é passível de questionamento ou não. Podemos exemplificar com a pesquisa em Ciências Biotecnológicas para a produção de novas vacinas: são os membros desta comunidade epistêmica, e não autoridades políticas, ou autoridades advindas de outras comunidades epistêmicas, que podem confirmar se os procedimentos metodológicos para a produção de uma nova vacina adotaram o rigor científico, ou não, se uma vacina tem eficácia comprovada, ou não. Do mesmo modo, com relação à forma da Terra, é a comunidade de astrônomos e astrofísicos que, a partir de seus modelos cosmológicos, vai deliberar por alterações, ou não, no modelo vigente.

Definir ciência e não ciência é algo complexo, mas podemos nos apoiar na epistemologia, filosofia e, especialmente, na história da ciência para compreender que existem elementos essenciais a serem compreendidos sobre a ciência e sobre o fazer ciência, principalmente no campo da Educação em Ciências. É fundamental que as pessoas compreendam que a ciência não traz uma verdade absoluta, intocável ou inquestionável, mas que ela é uma das melhores alternativas para a tomada de decisões em determinado momento histórico, especialmente quando se consideram decisões coletivas e democráticas.

Lamentavelmente, o conhecimento científico vem sendo preterido, negado e atacado por movimentos que valorizam pseudociências e anticiência. Movimentos terraplanistas e antivacinas têm como objetivo manipular e enganar pessoas, em prol do favorecimento de pequenos grupos políticos e econômicos (D’Ancona, 2018). Trata-se de uma “crise de confiança na ciência”, observada fortemente nestes tempos de pandemia. A crise é também do Ensino de Ciências, como já afirmou Fourez (2003), em que, na atualidade, somam-se os problemas da propagação de notícias falsas, as *fake news*, em mídias e redes sociais.

De acordo com Recuero & Gruzd (2019) as *fake news* têm como objetivo divulgar informações

deturpadas, para manipular o pensamento de um público-alvo. Para os autores, não são informações equivocadas, mas sim intencionalmente estruturadas de forma mentirosa para alcançar objetivos obscuros de manipulação de pessoas. Para Oliveira, Martins & Thot (2020) trata-se de efeitos colaterais de uma política neoliberal, de desenvolvimento tecnológico industrial descontrolado, que, junto a uma disputa de “saber-poder-desejo”, introduz uma descrença nas instituições da ciência. Para os autores, a disputa passou a ser mobilizada pelas plataformas digitais de comunicação, incentivando a disseminação de *fake news* e *fake science*, conectando pessoas, valores, interesses e reconhecimento público.

Busko & Karat (2019) discutiram motivos pelos quais as *fake news* são produzidas e divulgadas e destacaram: i) falência de instâncias sociais, cuja consequência é uma carência de informações e compreensões científicas e inovações tecnológicas da população, o que resulta em crises políticas, sociais e ideológicas; ii) embate entre discursos científicos e culturais/religiosos; iii) processos de identificação com as informações divulgadas na internet, algo que discutiremos a seguir, visto que aproxima-se aos argumentos do viés inconsciente ou viés de confirmação, no qual as preocupações com as fontes/ou credibilidade das informações tornam-se irrelevantes; e, por fim, iv) a crescente desvalorização das instituições públicas nacionais, especialmente universidades e institutos de pesquisa, que agravam o cenário, favorecendo a formulação e divulgação de informações falsas em plataformas digitais.

Quando discutimos e argumentamos em favor da manipulação que as *fake news* promovem nas pessoas, a neurociência tem apresentado alguns apontamentos importantes acerca de como nosso cérebro compreende a realidade. Existe um conceito chamado viés inconsciente ou viés cognitivo (Pilati, 2020) muito próximo ao que chamamos de viés de confirmação, existente quando estamos analisando algumas situações presentes nas pseudociências (Popper, 1975). Porém trata-se de um conceito mais abrangente que inclui, de certa maneira, essa percepção da realidade. Para Korteling, Brouwer & Toet (2018, p. 5, trad. autores) “o cérebro, automaticamente e subconscientemente, busca por correlação, conexões de coerência (causal): é altamente sensível a padrões consistentes e invariantes”. Motivo pelo qual nosso cérebro pode organizar nossa realidade, entendendo e prevendo o mundo, e “organizando nossas observações em relações a padrões regulares

e ordenados” (Korteling, Brouwer & Toet, 2018, p. 5, trad. autores).

Alkhars et al. (2019) apresentam em seu estudo seis vieses inconscientes que fazem parte da nossa forma de compreender e agir na realidade. Nosso cérebro cria atalhos que possibilitam lidarmos com diferentes situações do nosso dia a dia. Atalhos, chamados de vieses inconsciente, são decisões que tomamos sem mesmo estarmos plenamente conscientes delas. Segundo os autores, “esse processo ocorre de forma autônoma no nosso sistema neuronal, assim decisões invocam heurísticas que podem estar baseadas fora da nossa consciência” (Alkhars et al., 2019, p. 264, trad. autores). Dos seis vieses apresentados pelos autores, destacamos o que diz respeito a “ilusão da validade” (Alkhars et al., 2019, p. 265, trad. autores).

Segundo o viés inconsciente, podemos ter uma confiança exagerada na precisão de nossas predições ou interpretações da realidade. Ainda para os autores, estudos recentes apontam que a confiança exagerada pode ter por base três categorias de interpretação: *Overestimation*, quando o sujeito acredita que é melhor do que realmente é em realizar determinada tarefa; *overplacement* quando se acredita que é melhor do que os outros; e, *overprecision* que é a crença exagerada que um sujeito pode ter de que possui o conhecimento da verdade (Alkhars et al., 2019, p. 266, trad. autores).

Podemos perceber características psicológicas importantes que, quando somadas a um grupo, podem trazer à tona comportamentos de segregação e validação de crenças distorcidas sobre a realidade. Gelsenske (2022) apresenta cinco vieses cognitivos, destacados no site da Organização das Nações Unidas (ONU), Mulheres (2016), que utilizamos em nosso dia a dia, em diferentes situações e que podem potencializar uma visão unilateral da realidade, especialmente acerca de outras pessoas. São eles: *viés de afinidade*, quando temos a propensão de nos identificarmos com pessoas parecidas conosco; *viés de percepção*, que ocorre quando as pessoas acreditam e reforçam estereótipos sem nenhuma base factual; *viés confirmatório*, que é a nossa predisposição em procurar dados, fatos ou evidências que confirmem aquilo que pensamos; *efeito halo*, que ocorre quando a partir de informações obtidas anteriormente, julgamos a pessoa que conhecemos, e; o *efeito de grupo*, que pode ser traduzido pela tendência em seguirmos o comportamento do grupo ao qual pertencemos, seja ele a nível micro, como uma escola, sala de aula ou empresa, ou nível macro

como uma sociedade como um todo – também conhecido de “efeito manada”.

Outro viés inconsciente que também é importante para a discussão é o viés da confirmação, brevemente citado anteriormente. Para Korteling, Brouwer & Toet (2018), o viés pode ser motivado por razões argumentativas. E ainda, para os autores, a partir do estudo desenvolvido por Mercier & Sperber (2011):

[...] como argumentadores qualificados, podemos estar sempre proativamente procurando argumentos que podem muito bem defender nossas opiniões e/ou que podem persuadir os outros em vez de procurar a verdade [...] isso significa que a argumentação e a persuasão podem, em alguns casos, ser mais eficazes para objetivos pessoais do que a verdade (Korteling, Brouwer & Toet, 2018, p. 02, trad. autores).

Risen (2015, apud Korteling, Brouwer & Toet, 2018, p.2, trad. autores) apresenta que: “Usando heurística, normalmente nos sentimos bastante confiantes sobre nossas decisões e julgamentos, mesmo quando as evidências são escassas e quando estamos cientes de nossas inclinações cognitivas”. Desta forma, podemos compreender que muitos vieses inconscientes são persuasivos e persistentes. Parece haver, segundo os autores, uma “surpreendente sistemática, pois em diferentes condições, pessoas tendem a usar heurísticas semelhantes e mostram os mesmos vieses cognitivos” (Korteling, Brouwer & Toet, 2018, p.2, trad. autores).

Como lidar então com esses vieses? Alkhars et al. (2019) trazem para discussão alguns estudos que propuseram três categorias de intervenções que podem ser realizadas: incentivos, otimização de arquitetura das escolhas e treinamento. Segundo os autores, algumas estratégias podem ter um efeito negativo nos nossos vieses inconscientes: “como abordagens e conjuntos de ações que visem reduzir a influência prejudicial dos vieses, e como tal, aumentar a racionalidade e a eficácia das decisões” (Alkhars et al., 2019, p. 266, trad. autores). Uma das estratégias apresentadas nos diz respeito de forma direta, discutindo o que pode ser feito em sala de aula: ampliação do limite racional na tomada de decisões. A estratégia implica diretamente em: “Ampliação do limite da racionalidade dos tomadores de decisão, que pode ser feita por meio de: 1) criar a consciência dos vieses cognitivos, 2) decompor uma tarefa de decisão em subtarefas mais simples, e/ou 3)

olhar para a situação sob diferentes perspectivas” (Alkhars et al., 2019, p. 266, trad. autores).

O que presenciamos atualmente não se trata de um embate de ideias acerca dos fatos. São refutações, baseadas em distorção da realidade e deformações de teorias, que ignoram aspectos da realidade. A história da ciência permite à educação em ciência promover um ensino sobre o fazer ciência, de forma crítica e coerente com o próprio desenvolvimento científico, como discutiremos no próximo tópico. Refletir sobre estratégias teórico-metodológicas que promovam a alfabetização científica e midiática torna-se essencial, especialmente para combater o mundo negacionista e desinformado que se alastra pelas redes sociais na sociedade da informação.

Episódios da História da Ciência: ensinar ciência e sobre o fazer ciência

As histórias das vacinas e da Astronomia, discutidas anteriormente, demonstram como episódios da História da Ciência podem contribuir com a compreensão das construções do conhecimento científico, das certezas e incertezas da ciência, dos erros e acertos e tensões sociais que existiram ao longo da história de um determinado conhecimento. Também permitem a compreensão de que os conhecimentos científicos são provisórios, repletos de controvérsias.

Longhini & Gangui (2011, p.79) apontam que:

Ensinar a partir de elementos da HC propicia ir além da aprendizagem de conteúdos isolados, pois se compreendem também os processos de produção do conhecimento, indo além da visão de Ciência como um dogma inquestionável.

Para Martins (2006), é uma maneira de quebrar com a visão de que a Ciência possui conhecimentos ditos verdadeiros. Isso porque na análise de qualquer episódio histórico podemos perceber que a ciência se volta mais para o como uma afirmação é ou não verificável, do que pela busca de um conhecimento fixo da realidade.

Nesse sentido, concordamos com Longhini & Ganghi (2011) quando os autores afirmam que trabalhar a partir da história das ciências pode promover a construção do conhecimento científico dos alunos numa visão epistemológica construtivista (Piaget & García, 2011). No entanto, Damasio & Peduzzi (2017) argumentam que o entendimento sobre ciência, sobre a natureza da ciência e a construção de conhecimentos científicos dependem de

orientações ideológicas e filosóficas dos sujeitos. Estes autores afirmam que a Educação em Ciências, em que pese os estudos acerca da história da ciência no ensino, tem dado pouca atenção a uma questão relevante: como as pessoas aprendem ciências? Afinal, é importante que existam coerências entre as estratégias metodológicas adotadas no ensino, com um aporte em uma teoria da aprendizagem.

Para Bartelmebs (2014), de acordo com os pressupostos da epistemologia genética, o que permite o desenvolvimento do conhecimento científico são os mecanismos de transição entre um conteúdo e outro. Isso implicaria construções cognitivas diferentes, em diferentes etapas.

[...] a chave da interpretação da evolução histórica de uma ciência reside em saber como se passa de uma etapa à seguinte, ou seja, quais são os mecanismos cognitivos em jogo em cada etapa e quais são aqueles que facilitam a superação que permite chegar no nível superior (Piaget & García, 2011, p.89).

As questões ultrapassam o nível metodológico do desenvolvimento de uma teoria. Para a abordagem, trata-se de uma pesquisa de perspectiva “[...] histórica, visando destacar os pressupostos epistêmicos que caracterizam cada etapa do desenvolvimento, assim como os mecanismos cognitivos em jogo” (Piaget & García, 2011, p. 91). Da mesma maneira, entendemos que o trabalho com episódios históricos em sala de aula pode potencializar a construção do conhecimento científico nos alunos, a partir de um viés construtivista. Isto porque, para além das aplicações na matemática que a teoria piagetiana consolidou (Barroso & Martel, 2008), existem ainda contribuições para a área das ciências. De acordo com Aguiar (1999, p.75):

Do ponto de vista do ensino de ciências, a importância da identificação das formas de equilíbrio enquanto patamares de mudança nos parece evidente: conhecendo os obstáculos e o modo de superação de que se valem nossos alunos, teremos ampliadas nossas possibilidades de intervenção no sentido de favorecer a mudança conceitual.

De acordo com Bartelmebs (2014, p.161), pode ser uma excelente contribuição da epistemologia genética para a sala de aula: “possibilitar conhecer e compreender o pensamento dos alunos”. Isso porque, a partir do momento em que o professor identifica em que nível está operando o pensamento

do seu aluno com relação a determinado conteúdo, será possível promover ações e interações que possibilitem reestruturar suas estruturas cognitivas, e, portanto, ampliar seu conhecimento. Trata-se, portanto, de utilizar os episódios históricos, no exemplo deste artigo, da história das vacinas e do conceito da forma da Terra, como modos de acessar o pensamento dos alunos e promover uma identificação com o pensamento histórico do desenvolvimento conceitual dessas áreas. Algo que pode levar a diferentes aplicações da história da ciência em sala de aula.

Na revisão de Tavares (2010) o autor apresenta uma preciosa contribuição para um olhar histórico acerca da inclusão da história da ciência no ensino. Além de apresentar uma síntese das contribuições que a abordagem pode trazer para a aprendizagem, segundo o autor: “[...] para além de focar este ou aquele tipo de abordagem histórica, defendemos o uso pedagógico dos diferentes tipos de abordagem histórica, favorecendo uma construção mais ampla e complexa do conhecimento científico” (Tavares, 2010, p. 24).

Quando mencionamos os aspectos cognitivos e a necessidade de teorias de aprendizagem, de construção de conhecimentos sobre a ciência e sobre o fazer ciência, concordamos com Matthews (2014): estudar e aprender ciência não envolve apenas entender conceitos, hipóteses e teorias. Estudar e aprender ciência significa compreender os processos científicos, as diferentes metodologias de investigação, as “atitudes e os valores compartilhados por cientistas e pela comunidade científica, bem como as maneiras com que ideias científicas são propostas, justificadas, avaliadas, revisadas, estabelecidas ou descartadas” (Guzzo & Dall’alba, 2021, p.02). A história da ciência tem demonstrado capacidade de nos dar um suporte, tanto teórico quanto metodológico, para que tais compreensões sejam proporcionadas em sala de aula (Matthews, 2014).

Além disso, Guzzo & Dall’alba (2021) destacam três aspectos cujas compreensões podem ser facilitadas com a inserção de episódios da história da ciência:

a. *caráter social da ciência*: aqui destaca-se a possibilidade de compreensão de que conhecimentos científicos não são “descobertas” e sim resultado de processos complexos de produção de conhecimento, que envolvem inúmeros sujeitos, em diferentes momentos históricos, de diversas áreas do conhecimento e de grande diversidade cultural; tal como observamos na história de séculos, necessária para que uma

vacina contra o coronavírus pudesse ser produzida em menos de oito meses, ou para se afirmar que a Terra não é o centro do universo.

b. *o cuidado com as alegações de autoridade*: destaca-se neste aspecto a necessidade de ouvir a comunidade epistêmica, como já mencionamos anteriormente, e que autoridades políticas ou pseudoautoridades raramente possuem a autoridade para questionamentos científicos. No entanto, é importante compreender que

[...] a palavra de autoridades epistêmicas não é aceita incondicional e cegamente na ciência. Os cientistas também mantêm um grau de ceticismo moderado com relação às alegações de especialistas, notadamente se as ideias apresentadas por eles destoam daquilo que se assume como razoavelmente bem estabelecido em uma determinada área do conhecimento, ou se as conclusões parecem ser desproporcionais à qualidade das evidências existentes para elas. Fundamentalmente, é a qualidade e confiabilidade das alegações que fará as palavras de autoridades se sustentarem e serem disseminadas, pelo menos a médio e longo prazo. E a avaliação da confiabilidade de uma asserção científica, como argumentamos na seção anterior, é uma tarefa que está além da atividade individual: é um exercício coletivo, que demonstra o caráter social da ciência (Guzzo & Dall’alba, 2021, p. 08).

• *falibilismo epistêmico*: destaca-se a compreensão de que ciência está sempre aberta à possibilidade de revisão, atualização e aprimoramento de seus conhecimentos, afinal a ciência é feita por humanos e, portanto, falível.

A partir destes aspectos, a história da ciência permite a compreensão de que os conhecimentos científicos não são construídos por cientistas isolados em laboratórios, solitários, mas sim, são conhecimentos construídos social e historicamente. São inúmeras mentes trabalhando, muitas vezes com poucos recursos e em condições insalubres, para acumular conhecimentos que poderão trazer resultados positivos quando necessário, como no episódio que marcará a nossa história recente: a história da vacina que está controlando a pandemia de Covid-19.

Contudo, as reflexões acima nos remetem à grande questão: como fazê-lo em contexto escolar, no ensino de ciências? Silva & Krasilchik (2013) afirmam que é necessário que reconstruamos estratégias didáticas e que esse movimento de (re)construção só é possível a partir da formação de professores.

Formação esta, que para Silva & Krasilchik (2013), precisa debater olhares da ciência e do fazer ciência, englobando questões complexas, controversas e que envolvem a história da ciência. Tal qual podemos observar no atual contexto social da pandemia, onde podemos discutir, além de aspectos históricos vivos, que acontecem neste momento, aspectos que envolvem a ciência e o fazer ciência.

O momento atual, pandêmico, é rico para discutirmos na escola, no ensino de ciência, que os conhecimentos científicos não “caem do céu”, não são verdades absolutas e possuem historicidade, além de inúmeros atores que participaram dessa história – inclusive “mercadores da dúvida”. Esse motivo acentua a importância da história da ciência na educação em ciências para o combate ao negacionismo científico e ao obscurantismo, além da compreensão de que as mídias e redes sociais vêm favorecendo e facilitando o crescimento de tais movimentos, como o de antivacinas ou o terraplanismo.

Considerações Finais

Vivemos tempos desafiadores para a educação em ciências. Ao mesmo tempo em que temos um grande alcance de informações graças às tecnologias digitais, elas se tornam também um instrumento de propagação de *fake news*, distorções e mentiras. Buscamos neste artigo, por meio da apresentação de dois fatos históricos: as vacinas e a forma da Terra, integrar conhecimentos históricos que possibilitem reflexões mais profundas por parte de professores de ciências, além de apresentar alguns componentes psicológicos importantes do comportamento humano, especialmente no que diz respeito aos vieses cognitivos e nossa forma de compreender a realidade.

Entender essa dinâmica é essencial para que professores possam superar a onda de desinformação que assola a sociedade e conseqüentemente assombra a escola. Precisamos pensar em estratégias didático-pedagógicas que potencializem o pensamento crítico e acreditamos que a abordagem histórica de conceitos científicos possa possibilitar isso. Como apontam Bartelmebs, Venturi & Sousa (2021, p. 75), é importante pensar em estratégias que:

a) Desenvolvam reflexões críticas acerca da construção de conhecimentos científicos, do fazer ciência, das questões de validade, confiabilidade, generalização e resultados científicos (status epistemológico, social, de história e de natureza da ciência);

b) Reconheçam demarcadores que possibilitem diferenciar ciência de não ciência e questões que envolvem autoridade e controvérsias científicas.

c) Problematizem as implicações da ciência na sociedade, as defesas falaciosas, conspiracionistas e pós-factuais ou pós-verdadeiras.

Não há receita pronta. Neste artigo, as reflexões visaram ampliar o leque de discussões para apontar um caminho, a partir de um olhar construtivista para o ensino de ciências. Propomos que a maneira mais adequada de promover aprendizagem é propiciar vivências aos alunos. Como apresenta Borges (2007, p. 109): “O conhecimento é intransferível, é construído num processo intercalado por crises, rupturas e reestruturações, num processo permanente de mudanças. É assim que nós crescemos e as ciências se desenvolvem”. E ainda, ao pensarmos sobre a história da ciência e a formação de professores, especialmente a formação inicial, concordamos com Bartelmebs, Araújo & Kitzberger (2020) em que

[...] há uma grande possibilidade de que os licenciandos, ao serem instigados a reconstruírem suas ideias sobre a natureza do conhecimento científico durante sua formação inicial, não acabem reproduzindo uma visão simplista da ciência no seu cotidiano pedagógico. E dessa forma seja possível impactar positivamente no ensino de Ciências, construindo uma visão aberta e complexa acerca da atividade científica (Bartelmebs, Araújo & Kitzberger, 2020, p. 21).

A história das vacinas e a história da Astronomia, abordadas neste texto, nos permitem refletir sobre as relações entre ciência, tecnologias e a sociedade. Episódios que nos permitem aprender e ensinar sobre as perspectivas humanistas, críticas e desafiadoras da ciência e do fazer ciência. Perspectivas essenciais para construir uma compreensão sobre ciência que vise formar sujeitos, alunos e professores como cidadãos em processo de alfabetização científica e midiática.

Para finalizar, consideramos essencial argumentar que a história da ciência atua em favor da alfabetização científica como processo. Mohr et al. (2019) afirmam que na perspectiva foureziana a alfabetização científica pressupõe e objetiva o desenvolvimento do pensamento crítico, da autonomia e da construção de conhecimentos científicos que permitem ampliar as possibilidades de escolha dos estudantes. Neste sentido,

[...] é papel do ensino de Ciências mostrar aos alunos que as ciências são possuidoras de ferramentas intelectuais capazes de permitir novas formas de ver, compreender e agir no mundo de forma crítica, ética e politicamente participante (Mohr et al., 2019, p.172).

Acreditamos que a história da ciência e a filosofia da ciência contribuem especialmente com o desenvolvimento de conhecimentos científicos que permitem que os sujeitos se libertem, mesmo que parcialmente, “[...] de ideologias veiculadas na sociedade e nas quais os cidadãos estão imersos em seu cotidiano [...]” (Mohr, et al., 2019, p.175).

Para Fourez et al. (1997) a ciência e o ensino de ciências, incluindo-se o ensino sobre o fazer ciência com sua história, permitem o desenvolvimento de conhecimentos poderosos que questionam os limites de certos discursos ideológicos. Essa postura, para Mohr et al. (2019), significa desvelar os discursos problemáticos e quem sabe atuar nos vieses cognitivos, inconscientes e de confirmação, mencionados nas reflexões precedentes, de modo a combater os discursos negacionistas, anticientíficos e pseudocientíficos que envolvem temas, como os de saúde e ambiente, a exemplo dos episódios envolvendo vacinas e Astronomia, dentre tantos outros existentes e ainda vindouros.

Referências

- Aguiar, O. G. (1999). As três formas de equilíbrio: análise do material didático de um curso de eletricidade básica. Florianópolis, *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 16(1), 72-91. URL: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6877>. Acesso 22.05.2022.
- 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. doi: 10.22409/rmc.v13i3.38088.
- Alkhars, M., Evangelopoulos, N., Pavur R., & Kulkarni, S. (2019). Cognitive biases resulting from the representativeness heuristic in operations management: an experimental investigation. *Psychology Research and Behavior Management*, 12(1), 263-276. doi: 10.2147/PRBM.S193092.
- Baig, A., & Agustench, M. (1997). *La revolución científica de los siglos XVI y XVII*. Madrid: Alhambra. 199p.
- Barberia, L. G., & Rosa, I. S. C. (2021). De que maneira a ideologia afeta a disposição a se vacinar contra o Sars-Cov-2? [S. l.], *Revista USP*, 1 (131), 47-64. doi: 10.11606/issn.2316-9036.i131p47-64
- Barroso, R., & Martel, J. (2008). Caracterización geométrica del desarrollo de la triada piagetiana. *Educación Matemática*, México, 20 (1), 89-102.
- Bartelmebs, R. C. (2014). Psicogênese e História das ciências: Elementos para uma epistemologia construtivista. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), 16(2). doi: 10.1590/1983-21172014160208
- Bartelmebs, R. C., Araújo, C. H. C. & Kitzberger, D. O. (2020). O papel das disciplinas de História, Filosofia e Epistemologia da Ciência nas mudanças das concepções sobre a Natureza da Ciência de futuros professores. *Research, Society and Development*. 9(8). doi: 10.33448/rsd-v9i8.6218.
- Bartelmebs, R. C., Venturi, T. & Sousa, R (2021). Pandemia, negacionismo científico, pós-verdade: contribuições da Pós-graduação em Educação em Ciências na Formação de Professores. *Revista Insignare Scientia - RIS*, 4(5), p. 64-85. doi: 10.36661/2595-4520.2021v4i5.12564
- Beck, J (2013). *Terapia Cognitivo Comportamental: teoria e prática*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed. 432p.
- Bertotti, T. G (2020). Como lidar com a popularização do terraplanismo? Uma proposta a partir da filosofia da ciência de Susan Haack. *Cognitio-Estudos: Revista Eletrônica De Filosofia*, 17(2), 196-207. doi: 10.23925/1809-8428.2020v17i2p196-207.
- 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. doi: 10.26843/rencima.v12n3a21.
- Borges, R. M. R. (2007). *Em debate: cientificidade e educação em ciências*. 2 ed. Porto Alegre: EdiPUCRS. 118p.
- Brito, B. P. L. (2019). *O papel dos valores na proposição e aceitação de teorias e modelos nas ciências biológicas: uma contribuição desde a epistemologia*. Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências: Universidade Federal da Bahia. (Tese Dout.).
- Busko, P., & Karat, M. T. (2019). Ensino de Ciências: o vírus Zika e as Fake News – Proposições para uma prática docente. *Revista Teias*, 20(57), 332-347. doi: 10.12957/teias.2019.38798.
- D’Ancona, M. (2018). *Pós-Verdade: a nova guerra contra os fatos em tempos de fake News*. Trad. Carlos Szlak. Barueri: Faro Editorial. 144p.
- Damasio, F., & Peduzzi, L. O. Q. (2017). História e filosofia da ciência na educação científica: para quê? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências* (Belo Horizonte), 19(1), e2583. doi: 10.1590/1983-21172017190103.
- Dawes, R. M. (1964). Cognitive distortion. *Psychological Reports*, 14(1), 443-459. doi: 10.2466/pr0.1964.14.2.443.
- Fernandes, J., Lanzarine, N. M., Homma, A., & Lemos, E. R. S. (2021). *Vacinas*. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz. (Col. Temas de Saúde). 164p.
- Fourez, G (2003). Crise no ensino de Ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*, 8(2), 109-123. URL: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/542/337>. Acesso 10.03.2022.
- Fourez, G., Englebert-Lecompte, V., Grootaers, D., Mathy, P., & Tilman, F. (1997). *Alfabetización científica y técnica*. Argentina: Ediciones Colihue. 260p.
- Gelenske, T (2022). *Viés inconsciente: entenda conceitos e dicas para evitá-lo na organização*. URL: <https://www.blend-edu.com/vies-inconsciente-nas-empresas-entenda-o-conceito-e-dicas-para-minimizar-los-na-organizacao/>. Acesso 11.03.2022.
- Guimarães, R. (2020). Vacinas Anticovid: um olhar da saúde coletiva. *Ciência e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, 9(25), 3579-3585. doi: 10.1590/1413-81232020259.24542020.

- Guzzo, G. B., & Dall'alba, G. (2021). A ciência como um processo: lições epistemológicas da pandemia. *Curitiba, Actio*, 6(3), 1-19. doi: 10.3895/actio.v6n3.13133.
- Haack, S. (2007). *Defending Science—Within Reason: between scientism and cynicism*. New York: Prometheus. 411p.
- Korteling, J. E., Brouwer, A. M., & Toet, A. (2018). A Neural Network Framework for Cognitive Bias. *Frontiers in Psychology*, 9, 1-12. doi: 10.3389/fpsyg.2018.01561.
- Kuhn, T. (2002). *A Revolução Copernicana*. Lisboa: Edições 70. 312p.
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. (1986). *Metodologia científica*. São Paulo: Atlas. 392p.
- Lang, F. (2015). *Refutando a terra plana*. Porto Alegre: Centro de Referência em Ensino de Física (CREF), Inst. Física, UFRGS. URL: <https://cref.if.ufrgs.br/?contact-pergunta=refutando-a-terra-plana>. Acesso 10.03.2022.
- Lang, F. (2017). Sobre a forma da Terra. *Física na Escola*, 15(2), sp.
- Longhini, M. D., & Gangui, A. (2011). Atividades de ensino em Astronomia a partir de elementos da História da Ciências o caso do movimento retrógrado de Marte. *História da Ciência e Ensino construindo interfaces*, 3(1), 78-95. URL: <https://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/5033>. Acesso 25.05.2022.
- Marineli, F. (2020). O terraplanismo e o apelo à experiência pessoal como critério epistemológico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 37(3), 1173-1192. doi: 10.5007/2175-7941.2020v37n3p1173.
- Martins, R. A. (2006). Introdução: a História das Ciências e seus usos na Educação. In: Silva, C. C. (Org.). (2006). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Ed. Livraria da Física. 499p.
- Massarani, L., Waltz, I., Leal, T., & Modesto, M. (2020). Narrativas sobre vacinação em tempos de fake news: uma análise de conteúdo em redes sociais. *Saúde e Sociedade*, Rio de Janeiro, 30(2), 1-16. doi: 10.1590/S0104-12902021200317.
- Mercier, H., & Sperber, D. (2011). Why do humans reason? Arguments for an argumentative theory. *Behav. Brain Sci.* 34, 57-74. doi: 10.1017/S0140525X10000968
- Matthews, M. R. (2014). *Science teaching: the contribution of history and philosophy of science*. 20th anniversary revised and expanded edition. Nova York: Routledge. 478p.
- Mohr, A., Mulinari, G., Venturi, T., & Cunha, T. (2019). Um singular plural: contribuições de Gérard Fouré para a Educação em Ciências. *Blumenau, Revista Dynamis, Furb*, 25(1), 164-179. doi: 10.7867/1982-4866.2019v25n1p164-179.
- Offit, P. A. (2008). *Vacinado: a luta de um homem para vencer as doenças mais mortais do mundo*. São Paulo: Ideia & Ação. 254p.
- Oliveira, T., Martins, R., & Thot, J. (2020). Antivacina, fosfoetanolamina e Mineral Miracle Solution (MMS): mapeamento de fake sciences ligadas à saúde no Facebook. *RECIIS - Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde*, 14(1), 90-111. doi: 10.29397/reciis.v14i1.1988.
- Organização das Nações Unidas - Mulheres (ONU-Mulheres). (2016). *Vieses inconscientes, equidade de gênero e o mundo corporativo: lições da oficina vieses inconscientes*. Brasília, DF: ONU-Mulheres. 44p. URL: http://www.onumulheres.org.br/wp-content/uploads/2016/04/Vieses_inconscientes_16_digital.pdf. Acesso 11.03.2022.
- Pasternak, N., & Orsi, C. (2020). *Ciência no cotidiano: viva a razão. Abaixo a ignorância*. São Paulo: Contexto. 160p.
- Piaget, J., & García, R. (2011). *Psicogênese e história das ciências*. Petrópolis: Ed. Vozes. 376p.
- Pilati, R. (2020). *Ciência e pseudociência: Por que acreditamos apenas naquilo que queremos acreditar?* São Paulo: Contexto. 134p.
- Ponte, C. F. (2003) Vacinação, controle de qualidade e produção de vacinas no Brasil a partir de 1960. *Rio de Janeiro: Fiocruz*, 10(2), 619-653. doi: 10.1590/S0104-59702003000500009.
- Popper, K. R. (1975). *A Sociedade Aberta e seus Inimigos*. Belo Horizonte: Itatiaia. 526p.
- Recuero, R., & Grudz, A. (2019). Cascatas de Fake News Políticas: um estudo de caso no Twitter. *Galaxia* (São Paulo, online), 41, 31-47. doi: 10.1590/1982-25542019239035.
- Risen, J. L. (2015). Believing what we do not believe: acquiescence to superstitious beliefs and other powerful intuitions. *Psychol. Rev.* 123, 128-207. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26479707/>. Acesso 25.05.2022.
- Samaranayake, L., Seneviratne, C. J. & Fakhruddin, K. S. (2019). Coronavirus disease 2019 (COVID-19) vaccines: A concise review. *Oral Diseases*, 1, 1-11. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33991381/>. Acesso 25.05.2022.
- Silva, P. F., & Krasilchik, M. (2013). Bioética e ensino de ciências: o tratamento de temas controversos; dificuldades apresentadas por futuros professores de ciências e de biologia. *Ciênc. educ. (Bauru)*, 19(2), 379-392. doi: 10.1590/S1516-73132013000200010.
- Tavares, L. H. W. (2010). Os tipos de abordagem histórica no ensino: algumas possibilidades encontradas na literatura. *Revista História da Ciência e Ensino*, 2(1), 14-24.
- Teixeira, A., & Santos, R. C. (2020). Fake news colocam a vida em risco: a polêmica da campanha de vacinação contra a febre amarela no Brasil. *Rio de Janeiro: Recis: Revista Eletrônica de Comunicação Informação e Inovação em Saúde*, 14(1), 72-89. doi: 10.29397/reciis.v14i1.1979.
- World Health Organization (WHO). (2020). *UN tackles 'infodemic' of misinformation and cybercrime in COVID-19 crisis*. URL: <https://www.un.org/en/un-coronavirus-communications-team/un-tackling-%E2%80%98infodemic%E2%80%99-misinformation-and-cybercrime-covid-19>. Acesso 03.05.2022.