

História da Ciência no ensino em uma perspectiva cultural: revisitando alguns princípios a partir de olhares do sul global

History of Science in teaching from a cultural perspective: revisiting some principles from the global South views

 Andreia Guerra¹

 Cristiano Barbosa de Moura²

¹Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
Autora correspondente: andreia.moraes@cefet-rj.br

²Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Petrópolis, RJ, Brasil.

Resumo: As potencialidades da História da Ciência para a educação em ciências são discutidas desde meados do século XX e abordagens históricas são defendidas como possibilidades para humanizar e contextualizar o ensino sobre ciências. Entretanto, estudos recentes nos levam a problematizar os sentidos atribuídos à humanização e contextualização nessa literatura. Com vistas a contribuir para o debate sobre o que significam humanização e contextualização no ensino de ciências, a partir de abordagens históricas, apresentamos um estudo teórico sobre a educação científica e sua relação com a História da Ciência. A partir da discussão das relações entre História da Ciência e Ensino e de estudos desenvolvidos por Boaventura de Souza Santos, destacam-se outras possibilidades de entendimento sobre humanização e contextualização no ensino sobre as ciências em escolas do Sul Global, defendendo a História Cultural da Ciência como possibilidade historiográfica para trilhar tal caminho.

Palavras-chave: História da ciência; Humanização; Ensino de ciências; Contextualização.

Abstract: The potential of History of Science for science education has been discussed since the middle of the 20th century, and historical approaches are advocated for as possibilities to humanize and contextualize science teaching. However, some recent studies bring new discussions about these possibilities that have led us to discuss this issue. To contribute to the debate, we present a theoretical study on science education and its relationship with the History of Science. The discussions about the Cultural History of Science approach and Boaventura de Souza Santos' studies guided the discussion about other possibilities for humanizing and contextualizing teaching about sciences in schools in the Global South, arguing in favor of Cultural History of Science as an alternative in historiography to mark that path.

Keywords: History of science; Humanization; Science teaching; Contextualization.

Recebido em: 21/02/2021

Aprovado em: 03/02/2022



Introdução

Enquanto escrevemos esse artigo o mundo vive uma pandemia. Ao longo desse processo, vimos governos que não apenas negaram a gravidade da COVID-19, como defenderam o uso de medicamentos sem comprovação científica (JUNQUEIRA, 2020). A discussão em torno dos medicamentos defendidos por governantes que desprezaram a gravidade da pandemia ocupou a mídia e mobilizou cientistas. Além disso, pudemos observar que as consequências do vírus foram distintas para os diferentes atores sociais ao redor do mundo. No Brasil, a morte por COVID-19 atingiu principalmente a população negra, indígena e pobre. Na Suécia, país que não adotou o isolamento social, a COVID-19 matou principalmente imigrantes. Padrão parecido ocorreu nos EUA, local em que a comunidade de imigrantes latinos foi uma das mais atingida. Alguns dados a esse respeito (e ainda outros dados não citados aqui) podem ser encontrados em publicações como as de Alsop e Bencze (2020) ou de Moura, Nascimento e Lima (2021).

Enquanto pesquisadores do campo da educação em ciências, não podemos deixar de considerar essa situação e nos perguntar: qual o papel da educação em ciências na sociedade contemporânea? Como pode a educação em ciências ajudar a população a posicionar-se em contextos como esse?

Apesar dos aspectos inéditos da pandemia do coronavírus, essas questões de fundo já foram, em certo sentido, tratadas por pesquisadores da área diante de problemas como: aquecimento global, desigualdade social, entre outros (ALSOP; BENCZE, 2020). Na busca de respostas, pesquisadores apontam que a educação em ciências deve possibilitar aos estudantes compreender, além dos conteúdos científicos, como os cientistas e especialistas produziram e produzem significados a partir de evidências em suas pesquisas, assim como o contexto em que esses significados foram construídos. Nesse caminho, argumenta-se sobre a necessidade de abordar a Natureza da Ciência (NdC) na educação básica. A literatura apresentou muitos debates sobre a temática da NdC, e algumas pesquisas apontaram que uma abordagem histórica da ciência é um caminho possível para implementar um ensino sobre a ciência (ALMEIDA; JUSTI, 2019; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011).

As discussões sobre as potencialidades de uma abordagem histórica para a educação em ciências já se fazem presentes na literatura da área desde meados do século XX. Um estudo da área muito referenciado para justificar tal abordagem é o de Michael Matthews (MATTHEWS, 1994). A partir da defesa de que a educação não deve ser treino em ciência, mas um ensino sobre a ciência, o autor elenca sete contribuições das abordagens histórico-filosóficas ao ensino. Nessa lista, encontramos a defesa de que a História da Ciência (HC) promove melhor compreensão dos conceitos científicos, além de conectar o desenvolvimento do pensamento individual com o desenvolvimento científico. O autor, também, argumenta que abordagens históricas permitem um olhar não dogmático e não cientificista para a ciência e tem um valor intrínseco, uma vez que todos os estudantes devem ser familiarizados com importantes episódios da ciência e da cultura, como revolução científica, darwinismo, descoberta da penicilina etc., que são mais bem abordados por meio da HC. Para o autor, a HC, ao examinar a vida e o tempo dos cientistas, humaniza a ciência ao torná-la menos abstrata e mais engajada aos estudantes, revelando a interconectividade do desenvolvimento humano intelectual e prático.

Matthews (1994, 1995) inspirou muitas investigações no Brasil e em outras partes do mundo. Nesse caminho, pesquisas apontaram que a abordagem da HC promove um ensino contextualizado e humanizado sobre a ciência, capaz de capacitar os estudantes a se posicionar no mundo contemporâneo. Apesar desses resultados, recentemente, alguns estudos levantam questionamentos sobre qual HC estamos tratando, quando defendemos abordagens históricas no ensino (GANDOLFI, 2019) e para quais estudantes (MOURA; JAGER; GUERRA, 2020), mobilizando perguntas, como: há uma única possibilidade de enxergar a chamada humanização do ensino de ciências? Quais as possibilidades de um ensino contextualizado (em um viés histórico) sobre as ciências?

O estudo aqui apresentado visa construir subsídios para agregar respostas a essas questões, a partir de uma discussão teórica sobre a educação em ciências e sua relação com a HC. Para tal, dividiremos o artigo em três seções. Na primeira, discutiremos possibilidades para a HC e ensino apontadas pela literatura da área. Na segunda seção, continuaremos o debate sobre a HC e ensino à luz de estudos desenvolvidos por Boaventura de Sousa Santos (SANTOS, 2002, 2009, 2019), já na terceira seção discutiremos como a vertente historiográfica da História Cultural da Ciência (HCC) alinha-se à perspectiva de HC e Ensino que apresentamos nas seções anteriores. Concluimos o artigo apontando subsídios para responder as perguntas que guiam esse estudo.

História da ciência e ensino: humanização e contextualização

As justificativas para a abordagem histórica para o ensino das ciências não foram apenas pontuadas por Matthews (1994, 1995). Ao longo das últimas décadas, aprofundando as relações entre HC e ensino, novas perspectivas e justificativas para essa articulação foram propostas. Resumidamente, as agrupamos em duas grandes perspectivas: ensino de conteúdos científicos e o ensino sobre ciências. Conforme longamente abordado na literatura, tais perspectivas, por vezes, não prescindem uma da outra. Apesar disso, em acordo com Rudolph (2000) defendemos que maior destaque deve ser dado ao ensino sobre as ciências, como forma de lidar com os desafios do mundo atual.

Dentro dessa perspectiva, pesquisas apontam que ao se estudar ciência numa abordagem histórica é possível compreender a vida e o contexto social em que os cientistas trabalharam, apontando a ciência como uma atividade social e humana, tornando-a, então, menos abstrata e mais próxima aos estudantes (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011; GUERRA; BRAGA; REIS, 2013; PORTO, 2010). Outros estudos, destacam que o trabalho com episódios históricos em aulas de ciências, ao permitir compreensões sobre os diferentes aspectos de NdC vinculados a cada contexto histórico, têm potencial de conferir significados a noções epistemológicas abstratas, indicando os processos que levaram à construção dos conceitos científicos (ADÚRIZ-BRAVO; IZQUIERDO-AYMERICH, 2009).

Com propostas pedagógicas distintas, visto que os caminhos a serem usados para cumprir os objetivos destacados são múltiplos (uso de fontes primárias, controvérsias científicas, narrativas históricas, sequência didática sobre episódios históricos, experimentos históricos), esses estudos têm em comum o fato de apontarem que a abordagem histórica pode encaminhar um ensino contextual, no sentido de pontuar o contexto social, econômico e cultural do desenvolvimento do episódio histórico estudado.

Sem deixar de defender um ensino contextual e humanizado, pesquisas recentes (ALVIM, ZANOTELO, 2014; GANDOLFI, 2018; MOURA; GUERRA, 2016; OLIVEIRA; ALVIM, 2021; SARUKKAI, 2014) trazem novas perspectivas para abordagens históricas no ensino, quando explicitam opções historiográficas da HC.

Oliveira e Alvim (2021), por exemplo, destacam a vertente historiográfica da HCC, também considerada por Alvim e Zanotello (2014) e Moura e Guerra (2016), quando apresentam, com base num estudo teórico, uma proposta de HC no ensino a partir de três dimensões: epistemológica, sociocultural e práxis. Os autores apontam que a dimensão epistemológica pressupõe questões próprias da NdC, compreendendo o modo de produzir e praticar ciência. Para essa dimensão, não há especificação de uma vertente historiográfica específica. Porém, na dimensão sociocultural, que enfatiza as questões sociais e culturais da ciência, problematizando a hegemonia da ciência perante outros saberes, a HCC é destacada. Isso porque o foco, aqui, está nas conexões entre a HCC, sociologia das ausências e educação problematizadora. A dimensão da práxis, apoiando-se na pedagogia de Paulo Freire, refere-se à importância de se levar em consideração a realidade e os interesses dos estudantes para tornar os conteúdos científicos compreensíveis e significativos para eles. A abordagem histórica aparece nas três dimensões e a especificação de uma historiografia da ciência particular, como a HCC, na segunda dimensão.

Gandolfi (2018), por exemplo, discute resultados de uma pesquisa empírica desenvolvida em uma escola secundária inglesa que indicam que as aulas de ciências são as principais fontes para estudantes obterem conhecimento sobre a ciência, de forma tal que o que é discutido nas escolas influencia o olhar dos estudantes sobre quem faz ciência. Seu estudo indica, também, que a falta de diversidade étnica dos cientistas apresentados aos estudantes nas narrativas históricas acaba por fazê-los considerar que há pequena diversidade étnica entre os cientistas que fazem ciência. A partir desses resultados e apoiando-se em Sarukkai (2014), a pesquisadora apresenta novas questões relativas à perspectiva de humanização e contextualização advindas de abordagens históricas.

Gandolfi (2018, 2019) e Sarukkai (2014), também, apoiam-se numa específica vertente historiográfica, a História Global (ROBERTS, 2009), quando defendem ser necessária, na educação em ciências, uma contextualização da ciência numa esfera global, que destaque o desenvolvimento científico como resultado de conexões globais ao redor do mundo. Nesse sentido, os autores apontam para a importância de se trazer às aulas de ciências episódios históricos, como a rota da seda e as grandes navegações, capazes de enfatizar as origens multiculturais da ciência. E, assim, destacar a "[...] transmissão de conhecimento de diferentes tradições, incluindo a árabe, chinesa, indiana e grega" (SARUKKAI, 2014, p. 1696, tradução nossa).

Ainda, a respeito da importância de se enfatizar as origens multiculturais da ciência, Gandolfi (2018) defende que a falta de diversidade nas propostas educacionais sobre as culturas que participaram do empreendimento científico acaba por comprometer uma das possibilidades de uma abordagem histórica da ciência: a humanização da ciência. Para a autora (GANDOLFI, 2019), o fato de não se explicitar que outras culturas, como a chinesa, árabe, indiana, participaram da construção da ciência, a educação em ciências acaba por apontar uma humanização parcial do empreendimento científico, na qual apenas certos humanos são considerados participantes ativos do empreendimento

científico. Dessa forma, Gandolfi (2018) defende que a abordagem historiográfica da História Global permite discutir que a ciência se construiu a partir da interseção com outras culturas, ampliando, então, a perspectiva de humanização preconizada pela literatura da área, no sentido de não apenas mostrar que a ciência é um empreendimento humano, mas que ela foi produzida por humanos de diferentes lugares e de diferentes origens étnicas.

Nesse artigo, pretendemos contribuir com as possibilidades de ampliação da perspectiva de humanização e contextualização da ciência, trazendo para o debate questões além do caráter multicultural das origens da ciência. Considerando que a sociedade e escolas que geram questões às pesquisas brasileiras estão situadas num país que tem sua história marcada pelo colonialismo e pela escravidão, defendemos ser fundamental construir caminhos que permitam aos estudantes compreender o que sustentou e sustenta a ciência materialmente, socialmente e culturalmente e quem se beneficiou ou não com esta formação (NYHART, 2016). Para aprofundarmos esse destaque, na próxima seção, discutiremos questões relativas ao porquê ensinar ciências, tomando como referência o aporte teórico de Santos (2002, 2009, 2019).

Um olhar para a ciência a partir dos estudos de Boaventura dos Santos

Quando se discute objetivos da educação em ciências na educação básica, muitos pesquisadores apontam que o ensino da NdC deve promover formação cidadã que capacite os estudantes para a tomada de decisões cientificamente informadas (ALLCHIN, 2011; RUDOLPH; HORIBE, 2016). Entretanto, quando pensamos nesse objetivo cabe considerar que tipo de tomada de decisão estamos valorando, tendo em vista que diferentes posicionamentos a esse respeito encaminham para diferentes noções de cidadania com perspectivas políticas às vezes bastante distintas (PINHÃO; MARTINS, 2016).

Rudolph e Horibe (2016) apontam, por exemplo, que o estudo sobre a ciência deve capacitar os estudantes para a tomada de decisões relativas a assuntos sociocientíficos voltados ao bem público. Em consonância com Rudolph e Horibe (2016), Moura e Guerra (2016) argumentam que um dos pontos de partida para uma formação com esse propósito é o reconhecimento por parte dos estudantes de suas heranças culturais. Isto porque para atuar no mundo de forma consciente com vistas ao bem público, é preciso que se reconheça as origens das questões (e dos problemas) que se colocam no tempo e espaço em que se está imerso e as bases para a construção de respostas a essas questões.

Hodson (2010), discutindo a problemática, defende uma posição, que considera politicamente mais radical, na qual não se deve pensar apenas a formação para a tomada de decisões em relação a temáticas sociocientíficas. Para o autor, a educação em ciências precisa também preparar os estudantes para que se engajem em ações sociopolíticas, capazes de fazer diferença na sociedade.

A partir dessa consideração, Hodson (2010) argumenta que a educação em ciências deve perpassar quatro níveis, que encaminham para valores e atitudes mais complexos em relação à ciência. Os dois primeiros níveis são propostos a partir do entendimento de que sem conhecimento de onde e com quem o poder de tomada de decisão está localizado e sem a consciência dos mecanismos pelos quais as decisões são tomadas, ações de intervenção não são possíveis. Assim, para o chamado nível 1, Hodson (2010) aponta que o trabalho nas aulas de ciências deve permitir aos estudantes reconhecer o

impacto social das mudanças científicas e tecnológicas, compreendendo que a ciência e a tecnologia são, em grande medida, determinadas culturalmente. A partir desse ponto, o nível 2 deve promover ações educacionais que capacitem os estudantes a reconhecer que as decisões sobre os desenvolvimentos científicos e tecnológicos ocorrem a partir do interesse de alguns em detrimento dos outros. Dessa forma, deve-se promover ações que garantam entendimentos de que tais desenvolvimentos estão intrinsecamente relacionados à distribuição de riqueza. Quando compreendido o valor e papel da ciência na sociedade moderna, o nível 3 pode ser implementado. Para esse nível, espera-se que sejam desenvolvidas ações para capacitar os estudantes a estabelecer visões e juízos relativos à ciência. Assim, os estudantes estariam aptos a uma formação científica, nível 4, com potencialidade de os preparar a executar ações relativas a aspectos sociocientíficos e ambientais.

Nosso trabalho se filia à perspectiva para a educação em ciências apresentada por Rudolph e Horibe (2016), Moura e Guerra (2016) e Hodson (2010), considerando-as dentro da perspectiva sociocultural, como defende Lemke (2001). E, assim, deve-se atentar no âmbito da pesquisa e ensino à análise dos aspectos sociointeracionais, organizacionais, sociológicos, biográficos, históricos, linguísticos, culturais e, também, políticos da educação em ciências. Entretanto, como as escolas que inspiram nosso trabalho estão situadas no Sul Global¹, ou seja, são espaços que por conta do capitalismo, patriarcado e colonialismo sofreram formas de opressão e construíram resistência a essa opressão, entendemos que, para que tais perspectivas educacionais se concretizem, é preciso considerar a relação política entre ciência e colonialismo. E, assim, construir espaços de discussão e reflexão sobre o processo de formação da ciência ao longo da história e como este processo se relacionou com o colonialismo (SANTOS, 2002, 2009, 2019). Para melhor explicitar como percebemos as relações entre ciência e colonialismo, traremos algumas reflexões sobre alguns conceitos desenvolvidos por Boaventura de Sousa Santos (SANTOS, 2009, 2019), como: epistemicídio, sociologia das ausências, sociologia das emergências.

Santos e Meneses (2009) consideram que todo conhecimento é derivado de práticas e atores sociais. Como as pessoas não existem sem relações sociais, diferentes relações sociais podem dar origem a variadas epistemologias. De forma tal, que toda experiência social produz e reproduz conhecimento. Considerando que qualquer conhecimento decorre de práticas e atores sociais, todo conhecimento válido é necessariamente contextual, tanto em termos culturais quanto políticos (SANTOS; MENESES, 2009). A partir dessas premissas, Santos e Meneses (2010, p. 9) definem epistemologia como "[...] toda a noção ou ideia, reflectida ou não, sobre as condições do que conta como conhecimento válido". Sob essa ótica, Santos (2009) indica que a ciência é apenas uma das epistemologias existentes, ressaltando que ela se assenta num contexto de mundo moderno cristão e ocidental e, como tal, relaciona-se com a política do colonialismo, capitalismo e patriarcado (SANTOS, 2009, 2019).

Sobre a ciência, Santos (2009, 2019) argumenta que o universalismo atribuído a essa epistemologia foi derivado de um processo que ao transformar um contexto local numa universalidade construiu o que o autor denomina por pensamento abissal.

¹Considera-se aqui que Sul e Norte Global não apontam necessariamente a espaços geograficamente definidos. Entendemos o Sul Global como o espaço que sofreu grandes opressões por conta do capitalismo, patriarcado e colonialismo e desenvolveu resistência efetiva a essa opressão. O Norte Global representa, então, espaços tanto no hemisfério sul quanto no hemisfério norte em que a opressão ao Sul Global se construiu e se constrói.

O pensamento abissal criou uma linha divisória entre a ciência, localizada no denominado Norte Global, e tudo aquilo que dela se diferenciava, localizado no Sul Global. Nesse caminho, construiu-se dicotomias como verdadeiro x falso; legal x ilegal, civilizado x incivilizado, racional x mítico, de forma tal que tudo que fosse reconhecido do lado da ciência, do mundo dito moderno, seria verdadeiro e racional, enquanto conhecimento, e no caso da organização social tudo o que estivesse do lado abissal da ciência seria o civilizado e legal, em oposição ao ilegal e não civilizado localizado do outro lado.

Santos (2009) mostra que na construção do pensamento abissal e, portanto, da universalidade da ciência houve um processo de apropriação e violência:

A apropriação e a violência tomam diferentes formas na linha abissal jurídica e na linha abissal epistemológica. Mas, em geral, a apropriação envolve incorporação, cooptação e assimilação, enquanto a violência implica destruição física, material, cultural e humana. Na prática, é profunda a interligação entre a apropriação e a violência. No domínio do conhecimento, a apropriação vai desde o uso de habitantes locais como guias e de mitos e cerimônias locais como instrumentos de conversão, à pilhagem de conhecimentos indígenas sobre a biodiversidade, enquanto a violência é exercida através da proibição do uso das línguas próprias em espaços públicos, da adoção forçada de nomes cristãos, da conversão e destruição de símbolos e lugares de culto, e de todas as formas de discriminação cultural e racial. (SANTOS, 2009, p. 29).

Sem considerar que a ciência foi um mal ou um bem incondicional, Santos e Meneses (2009) apontam que a epistemologia que concedeu à ciência a exclusividade do conhecimento verdadeiro e válido se estabeleceu num aparato institucional que perpassou e perpassa por universidades, centros de pesquisa, congressos científicos, sistemas de peritos, pareceres técnicos, entre outros. E nesse caminho, o processo sócio-político-cultural de seu desenvolvimento foi invisibilizado e outras epistemologias renegadas à condição de falsidade.

Para Santos (2019), como produto do pensamento abissal, o conhecimento científico não se encontra distribuído socialmente de forma equitativa. Ao assumir exclusividade e, portanto, ao desconsiderar a validade de qualquer outra forma de epistemologia, a ciência converteu um lado da linha abissal em sujeito do conhecimento, e o outro em objeto de conhecimento, impossibilitando a comunicação entre os lados e a distribuição equitativa da ciência (SANTOS, 2019).

Ainda sobre essa não distribuição equitativa, Santos (2002, 2019) argumenta que o colonialismo, patriarcado e capitalismo funcionam em conjunto a fim de produzir exclusões abissais. Nesse processo, certos grupos e formas de vida sociais foram colocados na posição de não-existentes, de invisíveis, radicalmente inferiores, perigosos, e, portanto, ameaçadores e descartáveis. Como destaca Harding (2015), a ciência, a partir do século XV, se construiu apropriando o conhecimento do povo indígena, principalmente, a respeito do meio ambiente, conceitualizando esse conhecimento como mítico, mágico e supersticioso ou, ainda, como resíduo de uma tradição a ser substituída pela ciência. Isso ocorreu num movimento que escondeu como a ciência e sociedade se coproduzem, assim como invisibilizou os mitos da ciência, como o da universalidade (HARDING, 2015). O europeu considerou, então, os territórios ocupados com o desenrolar da colonização, como habitados por não humanos (SANTOS, 2019), o que desencadeou um processo de violência para eliminar aqueles que eram diferentes

ou para apropriar o diferente aos preceitos do mundo europeu colonizador. Assim, uma monocultura foi produzida e um único tipo de conhecimento tomado como válido.

Nesse processo, ocorreu o que Santos (2002) denomina epistemicídio. A monocultura da epistemologia da ciência subjuguou as formas de conhecimento não-ocidentais e não-cristãs, construindo linhas abissais de separação entre as diferentes epistemes. Essa subjugação, entretanto, não impediu a ciência de descobrir outras racionalidades e se beneficiar com elas. Os espécimes coletados, os fósseis encontrados, as práticas e conhecimentos aprendidos nas diferentes colônias possibilitaram expansão de horizontes, algo fundamental para a consolidação da ciência e de seu projeto de universalidade (PIMENTEL, 2007). No entanto, todo o processo de encontro com o outro nas colônias foi entendido e descrito nos documentos apenas como derivativo da coleta de dados e extração de matéria prima para a fundamentação do conhecimento científico. E, assim, as racionalidades descobertas nas colônias foram consideradas vazias de valor, fazendo com que os sujeitos, práticas e conhecimento ali encontrados não fossem registrados nos documentos oficiais da ciência, conseqüentemente invisibilizando o processo de encontro ocorrido nas colônias (LIVINGSTONE, 2003).

Santos (2002) destaca, entretanto, que o ocultamento de outras formas de conhecimento e as conexões estabelecidas nas colônias levou a um desperdício de experiências. Uma gama de experiência diferente daquelas adquiridas por meio da ciência foi perdida, porque foram escondidas na história da ciência ou simplesmente negligenciadas (SANTOS, 2002). Na busca de caminho de superação desse epistemicídio, Santos (2009, 2019) aponta para a sociologia das ausências como capaz de desnaturalizar e deslegitimar mecanismos específicos de opressão. A sociologia das ausências passaria por uma crítica sistematizada da ciência e de sua pretensão de universalidade, de forma a visibilizar sua pluralidade interna e, assim, problematizar os caminhos e invisibilidades produzidas ao longo de seu estabelecimento. Porém, Santos (2019) afirma que é preciso ir além do estudo sistemático crítico, deve-se, também, reconhecer outros saberes e dialogar com aqueles que oferecem entendimentos alternativos da vida social e da transformação social à epistemologia da ciência. Assim, o autor advoga que a sociologia das ausências não é um empreendimento intelectual motivado por curiosidade cognitiva, mas um recurso para as lutas contra o capitalismo, o colonialismo e o patriarcado (SANTOS, 2019).

Considerando que a ciência se constituiu e desenvolveu no ocultamento de epistemologias, Santos (2019, p. 53) aponta para a necessidade da sociologia das emergências. A sociologia das emergências implica "[...] na valorização simbólica, analítica e política de formas de ser e saberes que a sociologia das ausências revela estarem do outro lado da linha abissal". Diferente da sociologia das ausências que denuncia a exclusão, e toda supressão que a monocultura epistemológica produziu, a sociologia das emergências tem a perspectiva de tirar aqueles atores e práticas sociais excluídos da condição de vítimas. Nesse sentido, a sociologia das emergências reconhece os conhecimentos e formas sociais do outro lado da linha abissal como lutas contra a opressão. E, assim, como possibilidades para transformação social anticapitalista, anticolonialismo e antipatriarcal que surgem em experiências antes descartadas (SANTOS, 2019).

Tomando os conceitos apresentados por Santos (2009, 2019) como subsídios para responder as questões centrais desse artigo, incorporamos o pensamento abissal para discutir nosso olhar para a educação em ciências. E, assim, com base em Santos (2009, 2019), revisitamos nossas filiações na educação em ciências, a partir de nosso lugar como pesquisadores que vivem e trabalham no Sul Global.

À luz da sociologia das ausências, da sociologia das emergências e do epistemicídio, entendemos que a educação em ciências no Sul Global deve priorizar a discussão da herança cultural no sentido de permitir aos estudantes compreender que o presente não é inexorável e vários futuros são possíveis. É importante, então, priorizar discussões sobre a ciência, a partir da compreensão de sua formação no e a partir do Sul Global. Dessa forma, defendemos que a compreensão do impacto social das mudanças científicas, tecnológicas passa por promover espaços na educação em ciências que permitam aos estudantes reconhecerem que a ciência se desenvolveu a partir da tríade do colonialismo, patriarcado e capitalismo. Nesse sentido, as ações pedagógicas devem, também, potencializar entendimentos de que o processo de construção e estabelecimento da ciência ocorreu a partir de violências, invisibilizações e anulações de atores sociais e epistemologias.

Dessa forma, entendemos que a relação entre ciência, colonialismo, capitalismo e patriarcado deve ser explicitada na educação em ciências para possibilitar aos estudantes compreender o quanto o estabelecimento dessa ciência e a construção do caráter de universalidade ocorreu a partir do deslocamento de práticas e atores sociais para a condição do outro, para uma situação na qual sua forma de vida não foi considerada válida, e, portanto, tomada como sem valor. E que isso ocorreu mesmo quando se fala em histórias que tratam, aparentemente, apenas da Europa. Como Sul Global é uma noção abstrata que não se restringe a um local geográfico, para cada história supostamente europeia, há muitas histórias ocultas por trás que envolvem a atuação da tríade do colonialismo, patriarcado e capitalismo. Ou seja, conforme desenvolvido em Moura (2019), é possível falar em perspectivas do Sul Global mesmo em histórias sobre o corpo de conhecimentos que chamamos hoje de ciência.

Considerando que só podemos pensar em futuros possíveis quando entendemos que o presente não é inexorável, defendemos que a abordagem histórica é um caminho essencial para se construir uma educação em ciências na perspectiva destacada. Retomando, então, o diálogo com a área da pesquisa em HC e ensino, consideramos que o sentido de contexto e humanização devem ser alargados, como aponta Gandolfi (2018). Entretanto, acrescentamos que a partir do olhar para a construção da ciência acima destacada é possível ampliar o sentido de humanização e contextualização da ciência, visibilizando quem foram os vários e diferentes humanos colocados na condição de não-produtores de conhecimento científico, mas cujos trabalhos foram fundamentais para a construção da ciência. Defendendo a necessidade de historicizar a ciência e considerando que diferentes historiografias encaminham, também, diferentes compromissos políticos, passamos agora a discutir como a historiografia da HCC pode ampliar o sentido da contextualização e humanização conforme aqui elaborados.

Um olhar para a ciência a partir da história cultural da ciência: propostas para a educação científica

Nas últimas décadas, interações entre pesquisadores de história da ciência, antropologia e dos estudos sociais das ciências trouxeram questões à HC (BURKE, 2008), levando muitos historiadores a desenvolver estudos não apenas focando nos cientistas e em como são derivadas suas teorias. Nesse caminho, pesquisadores debruçaram sobre fontes primárias, como cartas, manuscritos, artigos de jornais entre outros, para estudar as práticas que sustentaram a construção da ciência. Como resultado, diferentes correntes historiográficas se desenvolveram, como a HCC (BURKE, 2008; PIMENTEL, 2010).

Os diálogos com a antropologia que marcaram o começo da HCC fizeram com que o conceito de cultura fosse tomado desse campo de estudo. Assim, cultura, nessa perspectiva historiográfica, é compreendida como um conjunto, historicamente transmitido, de padrões e significados incorporados em símbolos; um sistema de concepções herdado e expresso em formas simbólicas por meio dos quais homens e mulheres se comunicam e produzem ações sobre o mundo em que vivem, perpetuando, modificando e criando conhecimentos e atitudes acerca de suas vidas (GEERTZ, 1978). Dessa forma, a ciência não é entendida como algo que se constrói na cultura, mas algo que se constitui como cultura, de forma que todas as condições possíveis de teorização, experimentação e instrumentalização são condições locais e temporais (GALISON, 1997).

Resumidamente, a HCC constrói um relato histórico acerca da ciência produzida por homens e mulheres ao longo do tempo em sintonia com os significados culturais que engendram o conhecimento científico estudado (PIMENTEL, 2010). Os historiadores culturais da ciência, então, desenvolvem seus estudos com foco na dinâmica das práticas científicas cotidianas (PIMENTEL, 2010) e, portanto, com ênfase na micro-história, muito embora as narrativas históricas construídas não se desvinculem completamente de padrões culturais mais amplos de cada período histórico (BURKE, 2008). A partir do estudo das práticas e hábitos científicos, os historiadores discutem a relação entre ciência e sociedade, em especial, o papel do contexto social e institucional na construção do conhecimento científico. Com isso o foco do estudo concentra-se nas formas de produção e comunicação dos conhecimentos científicos, nos seus modos de representação e nas dimensões visuais e materiais da ciência (PIMENTEL, 2010).

Vale ressaltar que as práticas científicas não devem ser consideradas exclusivamente relacionadas a laboratórios. Eles abrangem atividades como ler, escrever, debater e questionar, bem como atividades associadas a apoio financeiro, formação de grupos de pesquisa, organização de conferências, edição e realização de comunicações científicas. As práticas científicas são, assim, empreendimentos históricos, locais, temporais e contingentes, abrangendo atuações e atividades culturais (DASTON; GALISON, 2007).

Consequentemente, para a abordagem da HCC, a compreensão da cultura material dos experimentos e instrumentos desenvolvidos na ciência e dos procedimentos e os materiais empregados no empreendimento científico torna-se crucial para estudar o processo de construção da ciência (PIMENTEL, 2010). Isso significa analisar como são construídos e reconstruídos os instrumentos e experimentos, os materiais usados nesses processos, as regras escritas ou não escritas para sua manipulação, além de estudar sobre os cientistas e demais atores sociais que desenvolveram ou participaram dessas performances (PIMENTEL, 2010). Portanto, a construção, validação e difusão do

conhecimento científico são processos locais e temporais, e as questões estudadas na ciência e os modos desenvolvidos para responder a essas questões mudam ao longo da história. Como resultado, os historiadores da ciência visam compreender "[...] o que tem sustentado a ciência social, cultural e materialmente; e quem se beneficiou e quem sofreu em sua formação" (NYHART, 2016, p. 7, tradução nossa).

Em suma, postulamos que a HCC pode ser entendida como uma abordagem historiográfica que possibilita trazer ao centro das atenções do debate sobre a ciência o entendimento de que ela é derivada de um conjunto de práticas e representações científicas (BURKE, 2008). Práticas e representações que podem ser concretizadas por meio não apenas da palavra escrita e da teoria, mas pelo escrutínio das culturas visuais e materiais (PIMENTEL, 2010). Assim, a abordagem historiográfica da HCC tem potencial de se engajar profundamente em destacar as assimetrias de poder presentes no desenvolvimento da ciência. Entendemos que construir abordagens históricas orientadas por esse viés historiográfico no ensino de ciências pode ajudar os estudantes a compreenderem sua herança cultural, como defendido em Moura e Guerra (2016), e, portanto, a origem de alguns problemas da atualidade, bem como as conexões entre esses problemas e o desenvolvimento histórico da ciência. Entretanto, essa abordagem não deve ser confundida com uma postura anticientífica, mas com o fomento de um pensamento de fronteira que entende que algumas das grandes questões do nosso tempo (como por exemplo a relação homem-natureza) podem não ter respostas dentro da racionalidade que, através de suas conexões com o colonialismo, capitalismo e patriarcado, gerou essas questões.

Com vistas a melhor discutir o que destacamos, traçaremos algumas considerações, a partir do aporte da HCC, sobre a prática científica da ilustração desenvolvida no século XVIII. Na Europa do século XVIII, as ilustrações eram ferramentas usadas para registrar etapas de experimentos, assim como representar plantas e animais estudados. Elas eram produzidas por atores sociais que haviam estudado desenho, como artistas e algumas mulheres, e não necessariamente pelos filósofos naturais considerados os protagonistas dos estudos. Apesar da importância das ilustrações como registro de produção de conhecimento científico naquele contexto, os que realizavam os desenhos científicos não tinham necessariamente seus nomes registrados nas ilustrações e nos textos a elas atrelados.

O conhecimento de quem eram os autores das ilustrações produzidas naquele contexto se dá muitas vezes por meio de fontes primárias que não os Atlas de Botânica, os artigos e livros publicados. São nas cartas e notas manuscritas que podemos encontrar inferências sobre quem eram alguns desses ilustradores. Muitas vezes os que realizavam as ilustrações dos livros, Atlas e artigos desenvolveram junto aos filósofos naturais com que trabalhavam outras práticas científicas que não apenas a ilustração.

Terrall (2011) explora o caso de Hélène Dumoustier de Marsilly que viveu por um tempo com sua irmã e a mãe viúva na casa de René-Antoine Ferchaut de Réamur (1683-1757). Essa proximidade com Réamur fez com que Hélène Dumoustier acompanhasse o filósofo natural francês em caminhadas e expedições de coleta. Ao longo desses anos de convivência com Réamur, ela produziu centenas de desenhos para ilustrar a vasta obra do francês sobre insetos. E, também, ilustrou as observações registradas sobre acasalamento de sapos, em 1736. Essas observações foram conduzidas nas residências

de Réamur e teve ainda a colaboração de Jean-Antoine Nollet, que à época era assistente do filósofo francês.

Os cargos de assistente de laboratório e de gerente de coleções junto a filósofos naturais com prestígio nas academias de ciências eram almeçados por jovens. Isto porque a condição de auxiliar servia tanto como uma espécie de aprendizagem para o assistente, como trampolim para um lugar nas academias científicas, posição considerada fundamental para o reconhecimento como filósofo natural.

Os estudos de Réamur sobre o acasalamento de sapos, conforme seus registros, envolveram observações minuciosas. Para apurar as observações, foram construídas diferentes vestimentas para os sapos. As descrições detalhadas dessas vestimentas e dos ajustes realizados nelas ao longo das observações dos acasalamentos encontram-se nos registros de Réamur (TERRAL, 2011). Entretanto, o filósofo natural não faz referência direta às pessoas que podem ter participado dessa prática. Para se referir, às ações atreladas às observações, ele usa ora o pronome eu ora o nós, sem, no entanto, especificar quem compõe o pronome no plural (TERRAL, 2011). Usar o pronome nós para se referir ao grupo que trabalhou nos experimentos era comum naquele contexto. Mulheres, assistentes, ilustradores e outros atores sociais que não os filósofos naturais não eram considerados protagonistas das práticas científicas.

O reconhecimento de quem era o nós referenciado por Réamur em seus registros sobre o acasalamento de sapos se dá a partir de carta enviada, em 1768, por Nollet, quando ele já era um filósofo natural reconhecido, a Lazzaro Spallanzani (TERRAL, 2011). Nessa carta, Nollet destaca os estudos realizados na residência de Réamur, ressaltando sua participação ativa naquelas observações, assim como menciona a participação de Hélène Dumoustier. Podemos, também, inferir as participações ativas de Nollet e Hélène, quando destacamos a trajetória de Réamur. Simultaneamente aos estudos com sapos, que, como apontam os registros, foram intensos e demandaram muito trabalho, foi publicada a obra de Réamur em seis volumes sobre insetos (TERRAL, 2011). Além disso, naquele período, ele, como notório membro da Academia de Ciência de Paris, tinha uma vida social e intelectual intensa. Fatos que apontam para o seu escasso tempo em acompanhar em detalhes as observações dos acasalamentos dos sapos em sua residência (TERRAL, 2011).

Fora os assistentes e ilustradores, que apesar invisíveis nos relatos oficiais dos resultados das observações, compartilhavam a prática científica da observação e comungavam dos valores e epistemologia da comunidade de observadores, os filósofos naturais trabalhavam em diálogo com outros filósofos naturais. Por meio de cartas, textos e imagens trocadas, eles conversavam e fruto desse intercâmbio muitas observações e experimentos foram refeitos por diferentes filósofos naturais. A replicação de experimentos e observações era uma prática considerada importante para ampliar os dados para o problema estudado. Nas repetições, outros ilustradores e assistentes eram mobilizados. Enfim, os filósofos naturais que tiveram seus nomes eternizados por narrativas da HC nunca trabalharam sozinhos ou apenas com outros filósofos naturais.

Essas inviabilizações não ocorreram porque um ou outro filósofo natural por má-fé deixou de registrar os nomes dos assistentes e ilustradores que trabalharam com ele. Esses trabalhos eram considerados de menor valor no campo científico e, em geral, performados por atores sociais que não eram percebidos como produtores de conhecimento. Na França, por exemplo, a formação feminina no século XVIII se dava

exclusivamente no âmbito doméstico. Em função de relações familiares e do mundo privado, muitas mulheres aprenderam ciência e técnicas de ilustração, capacitando-as a desenvolver práticas científicas. Porém, em geral, elas atuavam de forma invisível no mundo doméstico, auxiliando de seus familiares, como indica o caso de Jane Calden (1724-1760) que nasceu e viveu em Nova York.

Jane Calden estudou no âmbito doméstico botânica e o sistema de classificação de Lineu, assim como aprendeu a dissecar plantas. Ela coletou e classificou dezenas de plantas nas terras americanas. Seu pai, Cadalawer Calden, era médico e mantinha contato com filósofos naturais europeus, o que permitiu que ele e a filha tivessem contato com o mundo científico e enviassem material coletado e classificado na América a Lineu e a outros botânicos europeus. Para nomear as espécies, Lineu usava dois nomes em latim, o primeiro, que designava o gênero, homenageava a pessoa considerada como a primeira que identificou a espécie. Como reconhecido produtor de conhecimento científico, Cadalawer foi homenageado por Lineu para designar o gênero Cadalawer. Sua filha, porém, não foi eternizada na história da ciência (GRONIM, 2007; JAGER, 2018).

Essa invisibilidade do trabalho feminino ocorre num contexto em que filósofos debatiam a natureza feminina. Jean-Jacques Rousseau e Immanuel Kant, por exemplo, defendiam que as mulheres eram intrinsecamente diferentes dos homens (GASPAR, 2009). A natureza dos homens era reconhecida como racional e a das mulheres com características ligadas à doçura e delicadeza. Dessa forma, elas deveriam realizar práticas que pressupunham cuidado e delicadeza e não pensamento racional.

Apesar da visibilidade e abrangência dos trabalhos dos filósofos Kant e Rosseau na Europa do século XVIII, encontramos filósofos, que trouxeram outros olhares para a suposta natureza feminina. David Hume (1711-1776), por exemplo, defendeu que as características consideradas naturalmente femininas eram socialmente produzidas (GASPAR, 2009). Entretanto, ele defendia que, por terem valores sociais, as diferenças entre homens e mulheres não deviam ser menosprezadas. Condorcet, também, questionou a existência de características naturais femininas, argumentando que mulheres e homens são seres sensíveis e racionais e por isto devem ter os mesmos direitos. O debate em torno ao papel da mulher na sociedade foi tema debatido na Assembleia Nacional Francesa. Em 1791, Olympe de Gouges (1748-1793) publicou o *Declaration des droits de la femme et de la citoyenne* (GOUGES, 1791), no qual propôs 17 artigos a serem acrescentados na *Declaration des droits de l'homme et du citoyen* aprovada na Assembleia em 1789. Esses artigos preconizavam direitos civis iguais para homens e mulheres. Olympe, que foi guilhotinada em 1793 e não conseguiu aprovar sua proposta, não foi a única mulher a defender igualdade entre homens e mulheres. (JAGER, 2018).

Considerações em torno ao papel das mulheres na sociedade europeia do século XVIII refletem e refratam tensões da sociedade na qual a ciência se desenvolveu, indicando que muitas mulheres que realizaram práticas científicas acabaram sendo invisibilizadas nos documentos oficiais da ciência e muitas outras que poderiam ter contribuído com a ciência foram excluídas do empreendimento científico. O estudo dessas exclusões nos permite entender não apenas a baixa representatividade de mulheres na HC, como também desnaturalizar e deslegitimar assimetrias de poder no fazer científico. Se tomarmos ainda o século XVIII e a botânica como recorte, podemos deslegitimar e desnaturalizar outros mecanismos de opressão no desenvolvimento científico e destacar outros atores sociais que, na condição de invisibilidade, como as

mulheres europeias contribuíram com a ciência, mas que diferentes delas, conjugavam epistemologias diferentes da científica. A título de exemplo, iremos dar atenção à prática das expedições naturalistas do século XVIII da Europa às colônias.

A botânica na Europa durante o século 18 adquiriu forte caráter econômico (SIGREST; WIDMER, 2011). Nesse contexto, os colonizadores investiram na obtenção de especiarias originárias das colônias, com vistas a quebrar os monopólios comerciais mantidos até então (BRAVO, 2005). Esse aumento de demanda incentivou a prática de expedições europeias às colônias (BLEICHMAR, 2011). Nessas expedições, atividades como coleta e prensagem de plantas, anotações sobre observações dos locais de coleta das plantas, transporte e adaptação de plantas, além das ilustrações, foram amplamente desenvolvidas. Essa diversidade de atividades mobilizou os diferentes atores sociais que vieram da Europa para as colônias com as expedições, mas, também, os habitantes locais (SIGRIST; WIDMER, 2011).

Os atores sociais europeus que participavam dessas expedições recebiam instruções sobre os locais em que aportariam ainda na Europa. Fora isso, eles eram treinados para serem testemunhas confiáveis. Eles não deveriam se envolver com a cultura local, uma vez que as observações, ilustrações e identificações feitas não poderiam ser verificadas pelos europeus que produziam conhecimento sobre botânica, sem nunca terem saído da Europa (LIVINGSTONE, 2003).

Os desenhos das plantas a serem julgados como adequados continham características consideradas pelos naturalistas importantes de serem registradas. As ilustrações deveriam servir para identificar as plantas e permitir colocá-las no sistema de classificação adotado. Assim como no caso das ilustrações dos experimentos e observações desenvolvidas na Europa, os desenhos produzidos nas colônias não destacavam os locais em que as plantas foram encontradas, assim como não continham registros dos nomes daqueles que participavam das diferentes etapas do encontro, coleta e prensagem das plantas.

Assim, as imagens enviadas às metrópoles e colocadas nos Atlas de Botânica reportavam para um sistema de classificação universal, sem localidade e temporalidade. Entretanto, para a construção daquela imagem universal e sem lugar foi preciso mobilizar saberes de diferentes atores sociais, como os ilustradores e auxiliares que vieram da Europa nas expedições naturalistas, mas também de escravos e indígenas habitantes das colônias, que ativamente participaram da coleta, prensagem, transporte e identificação das plantas.

As expedições naturalistas chegavam nas colônias em busca de plantas com propriedades específicas. Sem a participação ativa dos habitantes do Sul Global, sem o conhecimento que eles possuíam sobre a terra com base em epistemologia diferente da dos colonizadores, aquelas expedições não teriam o sucesso alcançado. Por exemplo, José Celestino Mutis (1732-1808), botânico espanhol que viveu na Colômbia durante vinte e cinco anos, e cujo nome foi usado por Lineu para nomear um espécime, destaca, em algumas de suas publicações, conversas que manteve com habitantes locais (BLEICHMAR, 2011). Nessas conversas, ele se informou sobre a flora local e seu uso medicinal. Ele registrou essas respostas e as utilizou para desenvolver seus trabalhos, porém, em seus escritos, ele afirmou ser o saber dos habitantes locais uma estupidez (BLEICHMAR, 2011).

A partir desse olhar para os ameríndios e para os que foram forçosamente deslocados da África para as Américas, desenvolveu-se um conhecimento poderoso sobre as plantas retiradas das colônias e, ao mesmo tempo, se ignorou saberes e formas de pensar poderosas sobre elas e o meio ambiente, num processo de desperdício de experiências, como destaca Santos (2002). Importante ressaltar que esse desperdício se manifesta, também, pela resistência de escravos ao processo violento a que eram submetidos. O deslocamento forçoso da África para as Américas envolveu muitas pessoas com diferentes relações sociais, e, portanto, em acordo com Santos e Menezes (2009), com epistemologias diferentes das dos colonizadores. Como destaca Schiebinger (2007), nas Américas os forçosamente deslocados dos diferentes locais de África trocaram experiências com os ameríndios, o que lhes possibilitou saberes importantes sobre a terra, que não foram espontaneamente compartilhados com os europeus, num processo de resistência à violência estabelecida nas colônias. Em resumo, no estabelecimento da linha abissal do processo político de colonização, epistemologias foram ignoradas e outras guardadas e com isso um desperdício de experiências se estabeleceu.

Entendemos que o estudo histórico das práticas científicas, a partir do olhar da micro-história com a qual a HCC opera, nos leva a fontes históricas capazes de mostrar não apenas como certas formas de saberes e práticas dentro de uma massa de atividades desenvolvidas ao longo da história passaram a ser entendidas como ciência, mas também o que as sustentou e as sustenta social, cultural e materialmente (NYHART, 2016). Nesse processo, reconhece-se quem foram as pessoas que participaram do desenvolvimento da ciência em condições de visibilidade e invisibilidade e porque algumas delas ficaram invisíveis nos documentos científicos oficiais, como artigos, relatórios de experiências e materiais de divulgação. Dessa forma, possibilita-se, à luz da sociologia das ausências, que mecanismos de opressão do processo de construção da ciência sejam desnaturalizados e deslegitimados, como um recurso para as lutas contra o capitalismo, colonialismo e patriarcado. E, à luz da sociologia das emergências, não apenas denunciar a exclusão, mas, também, apontar as resistências produzidas por aqueles atores e suas práticas sociais.

Se pretendemos que a educação em ciências potencialize que estudantes brasileiros desenvolvam ações relativas a aspectos sociocientíficos, considerando que eles vivem e habitam uma ex-colônia, é preciso reconhecer esses apagamentos e considerar que os saberes negligenciados, as epistemes perdidas, poderiam ter construído caminhos para apoiar respostas às urgentes questões atuais. Como Harding (2015) argumenta, o conhecimento negligenciado exhibe uma versão diferente de objetividade da ciência, mas que era valiosa.

A construção desta história com apagamentos pode ser encontrada em diferentes episódios da história da ciência. Há muitos outros exemplos em que experiências fundamentais para a consolidação da ciência não foram consideradas válidas e, portanto, foram perdidas. Este processo, que entendemos ter levado os seres humanos modernos a desperdiçar experiências, tornou impossível para as histórias no Ocidente se relacionarem com outra coisa senão aquelas baseadas nas premissas do capitalismo, colonialismo e patriarcado. As visões das sociedades moldadas por uma narrativa histórica que negligencia os processos de violência, apagamentos e resistência que foram impingidos aos diferentes grupos sociais que fazem parte do Sul Global acabam por fortalecer os ideais míticos como a universalidade da ciência. E, assim, ampliam o

ciclo de desperdício de outras formas possíveis de viver a Terra e diminuem as possibilidades de enfrentarmos, talvez de forma mais efetiva, tragédias como a que vivemos hoje.

Neste momento de pandemia, proliferam-se propostas para o ensino de ciências considerando a necessidade de tomada de decisões em uma sociedade de risco, ou que incluem literacias múltiplas, como literacias gráficas, propostas para reverter o processo de desconfiança na ciência, buscando, assim, reestabelecer sua autoridade. Entretanto, talvez pouco se tenha discutido a respeito de como a visão extrativista em relação à natureza e a contínua perspectiva de separação homem-natureza (que subjaz processos de desrespeito à Terra) estão na origem de problemas como a pandemia do COVID-19 (MOURA, 2022).

Trata-se, portanto, de desenvolver estudos históricos das práticas científicas, situando-as como cultura, ou seja, um sistema de concepções herdadas nas quais homens e mulheres produzem ações sobre o mundo em que vivem (MOURA; GUERRA, 2016). E, por meio dessas ações perpetuam, modificam e criam conhecimento, possibilitando compreensões de que essas práticas não são estáticas no tempo e seu desenvolvimento não é inexorável. Dessa forma, advogamos que abordagens à luz da HCC têm potencial de gerar reflexões em aulas de ciências a respeito de como o colonialismo, capitalismo e o patriarcado marcaram o desenvolvimento da ciência. E com isso indicar que o diálogo com conhecimentos desperdiçados – seja no âmbito do que ficou conhecido como 'ciência', seja os conhecimentos que ficaram de fora dessa etiqueta – pode possibilitar respostas às situações inesperadas, como as derivadas do aquecimento global e da pandemia, possibilitando a construção de outros futuros possíveis. E, a partir da compreensão de que as condições de anulação produzidas ao longo da história da ciência podem ser alteradas, capacitar os estudantes a ações relativas a aspectos sociocientíficos e ambientais, como advoga Hodson (2010).

Considerações finais

Para concluir esse artigo, retornamos às perguntas que guiaram o estudo. Há uma única possibilidade de humanização? Quais as possibilidades de um ensino contextualizado sobre as ciências?

As discussões sobre as possibilidades da HC no ensino apresentadas nesse artigo, assim como os referenciais teóricos adotados levam-nos a defender que não há uma única possibilidade de humanização da ciência com abordagens históricas no ensino. Podemos pensar em abordagens que foquem em análises sobre a vida e o contexto social em que os cientistas trabalharam. Podemos adotar vertentes historiográficas, como a História Global, capazes de potencializar discussões de que a ciência foi produzida por humanos de diferentes lugares e de diferentes origens étnicas. Ou outras, como a HCC, que permitem invocar a sociologia das ausências e a das emergências e visibilizar a participação de atores sociais, como os habitantes das colônias, pessoas negras, mulheres, assistentes de pesquisa, técnicos, artesãos, que na condição de outro a ser invisibilizado e com isso desprezado, realizaram trabalhos e compartilharam conhecimentos, de forma voluntária ou não, que garantiram à ciência alcançar a acuidade e poder que hoje possui. Dessa forma, defendemos que abordagens históricas no ensino precisam considerar, como aponta Chang (2021), que diferentes perspectivas historiográficas possibilitam diferentes possibilidades políticas para se entender a ciência e seu papel na sociedade.

Nesse artigo defendemos, como Oliveira e Alvim (2021, p. 754), “[...] que a abordagem histórica cultural das Ciências possibilita a percepção de que os saberes são múltiplos, diversos e partícipes de um processo político-social de silenciamentos e hierarquizações”. E como os apagamentos na HC podem ser encontrados em diferentes campos da ciência, entendemos que a abordagem histórica da HCC amplia não apenas as possibilidades de humanização da ciência, mas também o poder de contextualização da abordagem histórica, para além da discussão do contexto sociocultural da produção científica estudada.

Ao possibilitar a construção de narrativas históricas que apontam – direta ou indiretamente – para as diferentes invisibilizações de atores sociais e epistemologias do Sul Global, a HCC possibilita conjugar as narrativas históricas com as histórias de vida dos estudantes e valorizar seus contextos, como apontado em pesquisas empíricas realizadas pelo nosso grupo de pesquisa (AMARAL; ÁVILA; GUERRA, 2021; CARDINOT; MOURA; GUERRA, 2022; CILENTO; GUERRA, 2021; JARDIM; GUERRA; SCHIFFER, 2021).

Assim, propomos com a abordagem historiográfica da HCC construir possibilidades de mudar o foco de estudantes como aprendizes de fatos científicos e aspectos da NdC e professores como lecionadores desses fatos e aspectos para estudantes e professores que sejam negociadores críticos de sua realidade. Nesse sentido, o professor é um ator central, uma vez que passa a ter o papel de conjugar as aspirações, realidades e contradições suas e de seus alunos e o contexto social e político em que vivem de forma a inspirar as narrativas históricas capazes de promover reflexões sobre invisibilizações e apagamentos relacionados a cada sala de aula ou a cada situação de ensino.

Ainda como contribuição deste artigo, adicionamos uma perspectiva a partir da história da ciência e ensino aos diversos estudos que vêm advogando abordagens mais politizadas no ensino das ciências. Nessa perspectiva, propomos abordagens históricas para o ensino de ciências que ultrapassem a prescritividade muitas vezes presentes nas recomendações acadêmicas que, sem problematizar a vertente historiográfica adotada, restringem ao 'que fazer e o que não fazer' ao trabalhar com HC no ensino, para uma perspectiva que enxergue tais abordagens como campos de possibilidades de realizar uma luta política contra o capitalismo, o colonialismo e o patriarcado. Se a atual emergência sanitária nos forçou a repensar muitos aspectos da ciência, de sua divulgação e o nível de entendimento científico da população, que tomemos também esse momento como um desafio – do qual a educação em ciência é parte – para repensar as estruturas que ainda nos impedem de criar uma sociedade mais justa e igualitária.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca por tornarem possível essa pesquisa.

Referências

ADÚRIZ-BRAVO, A.; IZQUIERDO-AYMERICH, M. A research-informed instructional unit to teach the nature of science to pre-service science teachers. *Science & Education*, Dordrecht, v. 18, p. 1177-1192, 2009. DOI: <https://doi.org/fcctq>.

ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, Hoboken, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1002/sce.20432>.

ALMEIDA, B. C.; JUSTI, R. O caso histórico Marie Curie: investigando o potencial da história da ciência para favorecer reflexões de professores em formação sobre natureza da ciência. *Alexandria*, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 351-373, 2019.

ALSOP, S.; BENCZE, L. Reimagining science and technology education in the Covid-19 portal. *JASTE: journal for activist science & technology education*, Toronto, v. 11, n. 2, p. i-vii, 2020. DOI: <https://doi.org/hsr9>.

ALVIM, M. H.; ZANOTELLO, M. História das ciências e educação científica em uma perspectiva discursiva: contribuições para a formação cidadã e reflexiva. *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, RJ, v. 7, n. 2, p. 349-359, 2014. DOI: <https://doi.org/hssb>.

AMARAL, P.; AVILA, C.; GUERRA, A. El estudio del cuerpo humano y la cultura visual: discutiendo prácticas y actores sociales a través de imágenes. *REXE: revista de estudios y experiencias en educación*, Concepción, Chile, v. 20, n. 44, p. 445-468, 2021. DOI: <https://doi.org/hssc>.

BLEICHMAR, D. The geography of observation: distance and visibility in eighteenth-century botanical travel. In: DASTON, L.; LUNBECK, E. (ed.). *Histories of scientific observation*. Chicago: University of Chicago Press, 2011. p. 373-395.

BRAVO, M. Mission gardens: natural history and global expansion 1720-1820. In: SCHIEBINGER, L.; SWAN, C. *Colonial botany science: commerce and politics in the early modern world*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2005. p. 49-65.

BURKE, P. *O que é história cultural?* Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2008.

CARDINOT, D.; MOURA, C.; GUERRA, A. Challenging the "science from nowhere" perspective in the classroom: action research about a historical case of Brazilian science. *Science & Education*, Dordrecht, p. 1-33, 2022. DOI: <https://doi.org/hssf>.

CHANG, H. Presentist history for pluralist science. *Journal for General Philosophy of Science*, Dordrecht, v. 52, p. 97-114, 2021. DOI: <https://doi.org/hssg>.

CILENTO, J.; GUERRA, A. Discussões em aulas de física sobre a participação de mulheres na ciência, a partir da obra Diálogos sobre a Pluralidade dos Mundos. *Alexandria*, Florianópolis, v. 14, n. 1, p. 249-275, 2021. DOI: <https://doi.org/hssh>.

DASTON, L.; GALISON, P. *Objectivity*. New York: Zone Books, 2007.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011. DOI: <https://doi.org/dmkcfz>.

BENHABIB, S. Sobre um modelo deliberativo de legitimidade democrática. In: WERLE, D. L.; MELO, R. S. (ed.). *Democracia deliberativa*. São Paulo: Singular, 2007. p. 47-79.

BIRMAN, J. *Estilo e modernidade em psicanálise*. São Paulo: Ed. 34, 1997.

GALISON, P. Material culture, theoretical culture and delocalization. In: KRIGE, J.; PESTRE, D. (ed.). *Science in the twentieth century*. Paris: Harwood, 1997. p. 669-682.

GANDOLFI, H. Different people in different places: secondary school students' knowledge about history of science. *Science & Education*, Dordrecht, v. 27, p. 259-297, 2018.

GANDOLFI, H. M. *Exploring and implementing an intercultural model of history of science to teach about nature of science*. 2019. Doctoral thesis (Ph.D) – Institute of Education, University College London, London, UK, 2019. Disponível em: <https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/10079455/>. Acesso em: 11 fev. 2021.

GASPAR, A. M. *A representação das mulheres no discurso dos filósofos: Hume, Rousseau, Kant e Condorcet*. Rio de Janeiro: Uapê, 2009.

GEERTZ, C. *A interpretação das culturas*. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

GOUGES, O. Déclaration des droits de la femme et de la citoyenne. In: GOUGES, O. *Les droits de la femme*. [S.l.: s.n.], 1791. p. 6-24. Disponível em: <https://cutt.ly/rGJqfaN>. Acesso em: 25 jan. 2022.

GRONIM, S. S. What Jane knew: a woman botanist in the eighteenth century. *Journal of Women's History*, Baltimore, v. 19, n. 3, p. 33, p. 33-59, 2007.

GUERRA, A.; BRAGA, M.; REIS, J. C. History, philosophy, and science in a social perspective: a pedagogical project. *Science & Education*, Dordrecht, v. 22, n. 6, p. 1485-1503, 2013.

HARDING, S. *Objectivity and diversity: another logic of scientific research*. Chicago, University of Chicago Press, 2015.

HODSON, D. Science education as a call to action. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, Heidelberg, v. 10, n. 3, p. 197-206, 2010.

JAGER, I. *Discutindo gênero com mulheres privadas de liberdade: um olhar da história cultural da ciência para o desenvolvimento da botânica nos séculos XVIII e XIX*. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação) – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2018.

JARDIM, W.; GUERRA, A.; SCHIFFER, H. History of science in physics teaching: possibilities for contextualized teaching? *Science & Education*, Dordrecht, v. 30, p. 609-638, 2021. DOI: <https://doi.org/hssk>.

JUNQUEIRA, D. Laboratório do exército gastou mais de R\$ 1,5 mi para fabricar cloroquina. *Uol*, São Paulo, 20 jun. 2020. Disponível em: <https://cutt.ly/4GHSZdw>. Acesso em: 3 maio 2022.

LEMKE, J. L. Articulating communities: sociocultural perspectives on science education. *Journal of Research on Science Teaching*, Hoboken, v. 38, n. 3, p. 296-316, 2001.

LIVINGSTONE, D. *Putting science in its place: geographies of scientific knowledge*. Chicago: University of Chicago Press, 2003.

MATTHEWS, M. *Science teaching: the role of history and philosophy of science*. New York: Routledge, 1994.

MATTHEWS, M. História, filosofia e ensino: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MOURA, C. *Educação científica, história cultural da ciência e currículo: articulações possíveis*. 2019. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Educação) – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2019.

MOURA, C. B. Educação em ciências no "portal covid-19": problematizando a relação humano-natureza por meio da história e da filosofia da ciência. In: ENCUESTRO de ciencias básicas 5: el COVID-19 y sus efectos: las clases remotas y la deserción: investigaciones enmarcadas en resultados de aprendizaje. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2022. p. 8-16.

MOURA, C. B.; GUERRA, A. História cultural da ciência: um caminho possível para a discussão sobre as práticas científicas no ensino de ciências? *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p. 725-748, 2016.

MOURA, C.; JAGER, I.; GUERRA, A. Teaching about science in/for the global south: lessons from a case study in a Brazilian classroom. In: YACCOUBIAN, H. A.; HANSSON, L. *Nature of science and social justice*. Cham: Springer, 2020. p. 137-156.

MOURA, C. B.; NASCIMENTO, M. M.; LIMA, N.W. Epistemic and political confrontations around the public policies to fight COVID-19 pandemic. *Science & Education*, Dordrecht, v. 30, p. 501-525, 2021.

NYHART, L. Historiography of the history of science. In: LIGHTMAN, B. (ed). *A companion to the history of science*. Oxford: Blackwell, 2016. p. 7-22.

OLIVEIRA, Z.; ALVIM, M. Dimensões da abordagem histórica no ensino de ciências e matemática. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, Florianópolis, v. 38, n. 1, p. 742-774, 2021.

PIMENTEL, J. La revolución científica. In: ARTOLA, M. (org.). *História de Europa*. Madrid: S.L.U. Espasa, 2007. p. 163-238.

PIMENTEL, J. ¿Qué es la historia cultural de la ciencia? *Arbor*, Madrid, v. 186, n. 743, p. 417-424, 2010. DOI: <https://doi.org/10.3989/arbor.2010.743n1206>.

PINHÃO, F.; MARTINS, I. Cidadania e ensino de ciências: questões para o debate. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 9-29, 2016.

PORTO, P. A. História e filosofia da ciência no ensino de química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (org.). *Ensino de química em foco*. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. p. 159-180.

ROBERTS, L. Situating science in global history: local exchanges and networks of circulation. *Itinerario*, Cambridge, UK, v. 33, n. 1, p. 9-30, 2009. DOI: <https://doi.org/gkc5gr>.

RUDOLPH, J. L. Reconsidering the 'nature of science' as a curriculum component. *Journal of Curriculum Studies*, Abingdon, UK, v. 32, n. 3, p. 403-419, 2000.

RUDOLPH, J. L.; HORIBE, S. What do we mean by science education for civic engagement? *Journal of Research on Science Teaching*, Hoboken, v. 53, n. 6, p. 805-820, 2016.

SANTOS, B. S. *O fim do império cognitivo: a afirmação das epistemologias do sul*. São Paulo: Autêntica, 2019.

SANTOS, B. S. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia dos saberes. In: SANTOS, B. S.; MENESES, M. P. (org.). *Epistemologias do sul*. Rio de Janeiro: Cortez, 2009. p. 23-72.

SANTOS, B. S. Para uma sociologia das ausências e uma sociologia das emergências. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, Coimbra, v. 63, p. 237-280, 2002.

SANTOS, B. S.; MENESES, M. P. Introdução. In: SANTOS, B. S.; MENESES, M. P. (ed.). *Epistemologias do sul*. Rio de Janeiro: Cortez, 2009. p. 9-20.

SARUKKAI, S. Indian experiences with science: considerations for history, philosophy, and science teaching. In: MATTHEWS, M. R. (ed.). *International handbook of research in history, philosophy and science teaching*. Dordrecht: Springer, 2014. p. 1691-1719.

SCHIEBINGER, L. *Plants and empire: colonial bioprospecting in the Atlantic world*. Cambridge: Harvard University Press, 2007.

SIGRIST, R.; WIDMER, E. Training links and transmission of knowledge in 18th century botany: a social network analysis. *REDES: revista hispana para el análisis de redes sociales*, v. 21, n. 7, p. 347-387, 2011.

TERRAL, M. Frogs on the mantelpiece: the practice of observation in daily life. In: DASTON, L.; LUNBECK, E. (ed.). *Histories of scientific observation*. Chicago: University Chicago Press, 2011. p. 185-205.