

História das Ciências e Justiça Social na Educação em Ciências

Thaís Cyrino de Mello Forato[†]

Resumo

Considerando que a História e a Filosofia das Ciências têm sido recomendadas para a Educação em Ciências, não sem controvérsias e desafios, por historiadores, filósofos e educadores há pelo menos seis décadas, este trabalho tem o objetivo de acrescentar uma proposta para pautar demandas atuais, por exemplo, aquelas vinculadas à promoção da Justiça Social. Após um brevíssimo histórico sobre algumas recomendações e debates, apresenta-se um projeto para a inserção da História e Filosofia das Ciências na formação de professores das ciências da natureza. Tal projeto vem sendo implementado e acompanhado desde 2011, em uma Universidade Federal no Brasil, e tem resultado em inúmeras propostas voltadas para a promoção da História das Ciências na Escola Básica. Propõe-se, a seguir, questionamentos sobre a contemporaneidade, quanto às grandes assimetrias sociais, subordinações colonialistas, desigualdades de gêneros, de acessos, de etnias e de classes econômicas, por exemplo, como temas necessários a serem introduzidos na formação de professores. Defende-se que a história das ciências se configura um potente recurso para compreender o papel das ciências no estabelecimento de relações de poder e de exploração no planeta. Como resultado, apresentam-se três exemplos de abordagens históricas para promover uma formação crítica, visando sua atuação em prol de um ensino transformador que contribua para a promoção de um mundo mais justo. Como desdobramentos, os resultados oferecem novas perspectivas de pesquisas, que ampliarão os temas e possibilidades de abordagens.

.....
[†] Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas. Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP/ Diadema), Brasil. Grupo de História, Teoria e Ensino de Ciências. Para contactar o autor, escrever para thais.forato@unifesp.br

Um ponto arbitrário de partida - Epistemologia na Educação em Ciências

Os inúmeros benefícios que abordagens da História e Filosofia das Ciências podem oferecer para a Educação em Ciências são bem documentados pela literatura especializada. Este trabalho tem o objetivo de acrescentar uma proposta para pautar demandas atuais, por exemplo, aquelas vinculadas à promoção da Justiça Social, em um cenário de injustas assimetrias sociais e organização planetária predatória.

Dentro dos muros da academia e em áreas especializadas, os conteúdos de História e Filosofia das Ciências têm sido considerados relevantes —até mesmo cruciais— para a formação de cientistas e para os debates na Educação em Ciências. Em diferentes épocas, países e com distintos propósitos, pesquisadores e formuladores de políticas públicas advogaram a inserção de conteúdos históricos e epistêmicos na Educação (Porto, 2010). Já em 1951, o então presidente da Harvard University, James Conant (1893-1978), destacou a necessidade de se problematizar algumas visões sobre a natureza das ciências (NDC) no ensino, especialmente quanto à crítica a um único método científico (Woodcock, 2014). Segundo Conant, um exame nas histórias da química, física e biologia revelaria a inexistência de um único método científico. Tal crítica seria também feita por Thomas Kuhn, Paul Feyrabend e outros.

Essa visão teve significativa influência nos projetos de educação científica a partir da década de 1960. O Projeto Harvard de Física foi desenvolvido nos Estados Unidos tendo em vista um curso humanístico que mostrasse a física a partir de uma perspectiva cultural e histórica. Lançado em 1975, não apenas enfatizava uma abordagem histórica e filosófica no ensino de conteúdos científicos, mas também a relevância do professor no processo educacional (Holton, Rutherford & Fletcher, 1985, p. X).

No início dos anos 1970, época em que a autoridade e a neutralidade política das ciências estavam sendo questionadas, os historiadores da Física Martin Klein (1924-2009) e Stephen Brush protagonizaram o debate sobre o tipo de História das ciências que deveria ser ensinado nas escolas. Os argumentos debatidos aparecem em Brush (1974). Para ele, os objetivos formativos e pedagógicos do professor guiariam suas escolhas sobre qual ou quais abordagens da História das Ciências seriam adotadas. Nesses termos, se o docente pretendesse promover uma compreensão neutra e exclusivamente objetiva da ciência, ele optaria por uma versão presentista e *whig* da História das Ciências. De forma contrária, Brush defendia a adoção de uma concepção crítica sobre a atividade científica, retratando as ciências a partir das influências nela provocadas por aspectos contextuais, interesses políticos ou comerciais e considerações metafísicas, estéticas e valores pessoais.

Desde os anos 1960, pelo menos, diferentes pesquisas argumentaram favoravelmente aos inúmeros benefícios formativos que abordagens da História e Filosofia das Ciências poderiam proporcionar para uma formação crítica visando a cidadania (Freire, 1974; Freire, 1996; Santos, M., 1999). Criticava-se a ideia de um único método científico e de aspectos empírico-indutivistas considerados ingênuos em relação à Natureza das Ciências (NDC).

Filósofos das ciências, pesquisadores em áreas da educação em ciências e formuladores de políticas públicas buscaram identificar aspectos sobre a NDC que seriam relevantes para alfabetização científica da população (Pumfrey, 1991; Gil-Pérez et al., 2001; Alonso, Acevedo-Díaz & Manassero, 2004; El-Hani, 2006). Aspectos da NDC eram recomendados em documentos curriculares oficiais de diversos países, motivando propostas para a sala de aula que tivessem em mente o ensino e a aprendizagem de conteúdos epistêmicos e não epistêmicos das ciências.¹ Esses aspectos foram apresentados em diferentes pesquisas, motivando o desenvolvimento de uma variedade de propostas, algumas implementadas e avaliadas em situação real de sala de aula (Castro & Carvalho, 1992; Forato, 2009; Bagdonas, 2011; Schmiedecke, 2016).

Novas demandas peculiares foram sendo incorporadas. Estimulando pesquisas empíricas, elas apontaram o predomínio de dificuldades para os usos da história das ciências e concepções ingênuas sobre a NDC, carentes de problematização, inclusive entre docentes formadores de professores, professores das ciências da natureza e estudantes de diferentes níveis de escolaridade (Gil-Pérez et al., 2001; Allchin, 2004; Martins, A., 2007). A busca para superar tais concepções intensificou abordagens didáticas dos aspectos da NDC, organizados sob a forma de listas de asserções e a proposição de questionários para avaliar seu aprendizado e/ou as concepções manifestadas por estudantes e professores. (Acevedo-Díaz et al., 2005). Outras pesquisas propuseram a inserção didática de episódios históricos em sala de aula e algumas desenvolveram análises teóricas. Os resultados apontaram propostas valorosas e explicitaram desafios, riscos e obstáculos, deixando à mostra alguns desacordos entre educadores, filósofos e historiadores das ciências, e conflitos na cultura escolar (Hanuscin et al., 2006; Arduríz-Bravo & Izquierdo-Aymerich, 2009; Forato, 2009; Niaz, 2009; Allchin, 2011; Höttecke & Silva, 2011; Bagdonas, 2011).

Na primeira década do século XXI, a literatura acumulava argumentos favoráveis aos inúmeros benefícios para a inserção da História e Filosofia da Ciência na Educação em Ciências —além de diversas propostas e diferentes abordagens didáticas avaliadas em sala de aula— e propunha alternativas para a superação de dificuldades, riscos (por exemplo, fomentar o realismo ou relativismo ingênuos) e desafios na sua elaboração e implementação (Matthews, 1995; Martins, R., 1999; Mellado, 1999; Niaz, 2009; Medeiros & Bezerri-filho, 2000; Forato, 2009; Porto, 2010).

Entretanto, a lacuna entre a produção acadêmica e a sala de aula persistia. Mesmo com inúmeros esforços desenvolvidos ao longo de algumas décadas, ainda era (e é muito) arraigada a presença de concepções estereotipadas entre professores da escola básica em formação e em serviço, formadores de professores, materiais didáticos e na divulgação científica (Gil-Pérez et al., 2001; Allchin, 2004; Martins, A., 2007; Schmiedecke, 2016). Dentre outros problemas, o número de pesquisadores formadores de professores para usos da HFC ainda era exíguo para atender às licenciaturas em um país com as dimensões do Brasil.

.....

¹ Veja sobre documentos oficiais em Pumfrey (1991) e Porto (2010).

A despeito dos esforços implementados, a demanda por investimentos na formação de professores era, e continua sendo, urgente. Assim, um projeto para a inserção da História das Ciências e NDC na formação de professores vem sendo implementado e avaliado desde 2011, em uma universidade pública federal no Brasil. O projeto visa à formação cidadã e vem incorporando demandas, como a decolonização de conteúdos e princípios para a promoção da justiça social na Educação em Ciências (D'Ambrosio, 2004; Aikenhead, 2006; Cortina, 2007; Oliveira & Queiroz, 2015, 2017; Leal & Forato, 2021; Santos, D., 2022). Considera-se que a História das Ciências permite a compreensão do passado das ciências e de seu papel na constituição da organização social, política, econômica que predomina no planeta para entender as forças que moldam o mundo (D'Ambrósio, 2018).

Uma proposta para a inserção da história das ciências na formação de professores

O projeto para a inserção da História e Filosofia das Ciências na formação de professores, construído em 2010, foi desenvolvido a partir dos resultados da literatura especializada e dos dezessete anos de vivência como professora de Física na escola básica. A proposta vem sendo implementada e avaliada desde 2011, em um curso de formação de professores, Graduação em Ciências - Licenciatura, com quatro trajetórias finais em Física, Química, Biologia ou Matemática, após os dois anos iniciais de formação compartilhada.

A construção de narrativas históricas sobre diferentes episódios e temas,² para a elaboração de atividades didáticas pelos licenciandos, leva em conta as prerrogativas da Didática das Ciências, além dos fundamentos historiográficos (Forato, 2009; Forato, Pietrocola & Martins, 2011).

Os pressupostos principais do projeto buscavam o aprendizado de conteúdos das ciências (teorias, modelos, leis, definições); concepções sobre a NDC, comprometidas com a alfabetização científica em perspectiva freiriana e a promoção de direitos humanos (Freire, 1984, 1996; Santos, M., 1999; Medeiros & Bezerra-filho, 2000; D'Ambrosio, 2004). Propunha o uso de diferentes episódios históricos oferecendo a compreensão da pluralidade metodológica que perpassa diferentes áreas das ciências, objetos de investigação, e componentes que extrapolam a formulação lógica de evidências empíricas e as próprias normatividades de cada ramo científico, inclusive em contextos temporais (Martins, R., 1999; Forato, 2009). Desse modo, também evita-se sugerir uma visão essencialista³ das ciências e pode-se propor que aquelas listas de aspectos supostamente consensuais da NDC apenas exemplificam possibilidades.

.....

² Desenvolvidas pelas pesquisas de mestrado, doutorado e extensão no âmbito do Grupo de Pesquisa e Extensão na Unifesp (<https://historiadasciencias.unifesp.br>), vinculado ao GHTC (<http://www.ghtc.usp.br/>).

³ Supor que haja uma “essência” característica e única da Ciência, que perpassa todas as suas áreas e subáreas, de modo que possam ser definidas a partir de uma relação/lista de aspectos da NDC.

Ainda, é relevante lembrar que “a posse de concepções adequadas sobre a natureza da Ciência pelo professor é uma condição necessária, mas não suficiente, para a melhoria das concepções epistemológicas dos estudantes” (El-Hani, 2011, p. 11). Medeiros e Bezerra-Filho (2000) argumentam que apenas a inserção de disciplinas isoladas de História das Ciências nas licenciaturas não é suficiente para oferecer subsídios aos professores para a sua implementação efetiva na sala de aula. Inúmeros professores em serviço, assim como muitos outros no final de sua formação, admitem as contribuições da história das ciências para o ensino de ciências, mas não se sentem capazes de implementá-la em sua prática, pois não conhecem materiais e propostas metodológicas suficientes para enfrentarem os desafios da sala de aula na escola básica (Martins, A., 2007; Schmiedecke, 2016). Desse modo, assume-se a necessidade de propiciar vivências, em sua formação, de diferentes abordagens, metodologias, seleção de materiais e de recursos didáticos pertinentes à escola básica.

Pressupostos também requeriam o aprendizado sobre a identificação e problematização da pseudo-história das ciências, que levava a percepções equivocadas e tendenciosas sobre o desenvolvimento das ciências em materiais didáticos, na divulgação científica e na cultura escolar (Allchin, 2004). A formação deveria reconhecer que, além de todos os conteúdos mencionados, era necessário vivenciar abordagens didáticas para tratar tais conteúdos, especialmente sobre a epistemologia (Hanuscin et al., 2006; Arduríz-Bravo & Izquierdo-Aymerich, 2009; Oliveira & Drummond, 2015).

Contemplando tais pressupostos, e outros colocados ao longo deste texto, as propostas didáticas foram inseridas em sete disciplinas do curso,⁴ em dois turnos, inicialmente entre os anos de 2011 e 2014. A observação participante e os resultados obtidos retroalimentavam outras pesquisas, promovendo o constante aprimoramento das propostas. Tal vivência reforçou a importância de uma inserção longitudinal de conteúdos históricos-epistemológicos, ao longo dos quatro anos de sua formação (Forato, 2019).

Como desdobramento, foi proposto e aprovado o projeto de pesquisa Universal (CNPq-454165/2014), em 2014, com duração de três anos. *A história e a filosofia das ciências no ensino de ciências: implementando e avaliando propostas na formação inicial de professores*, que teve como objetivo geral “identificar elementos essenciais para a estruturação de propostas didático-metodológicas voltada à formação de professores, visando fundamentá-los para a superação de obstáculos nos usos da História e Filosofia das Ciências na Escola Básica”.

O projeto tinha cinco pilares:

- 1) Realizar uma inserção longitudinal da História e Natureza das Ciências ao longo da formação dos professores, de modo a oferecer contato com abordagens históricas e epistêmicas em diferentes disciplinas do curso. De acordo

.....

⁴ Física 3, Física 4, Integrações das Ciências, Prática Pedagógica de Ciências, Prática Pedagógica de Ciências e Matemática à Distância, as 5 comuns à todas as trajetórias, e Prática Pedagógica de Física I e II oferecidas para a trajetória de física.

- com as demandas de cada disciplina, a abordagem histórica atende a distintos objetivos pedagógicos.
- 2) Os professores devem vivenciar o uso da História das Ciências para o ensino e aprendizado de conceitos científicos, para entender abordagens possíveis, ao mesmo tempo em que conhecem diferentes episódios históricos, os quais explicitam a pluralidade metodológica das ciências, contribuindo para problematizar uma visão essencialista das ciências.
 - 3) Preparar o professor para identificar e lidar com a pseudo-história das ciências e contrapor os mitos do cientificismo no ambiente escolar e cultural, evitando a perpetuação de uma educação colonialista, machista e das descobertas geniais;
 - 4) Promover atividades didáticas que permitam ao professor conhecer, avaliar a adequação e utilizar materiais historiográficos, preferencialmente elaborados por especialistas e voltados ao ambiente educacional; vivenciar a prospecção de materiais e fontes históricas para construir planos de ensino, que podem ser adaptados e utilizados em sua futura prática profissional.
 - 5) Possibilitar a vivência da pluralidade de metodologias e de recursos didáticos e de abordagens pedagógicas com o uso da HC, avaliando a consistência teórica entre elas e as visões de ciências que fomentam.

A partir dessas hipóteses foram desenvolvidas diferentes atividades didáticas e inseridas em diferentes disciplinas, em meio aos demais conteúdos previstos em suas respectivas ementas. Nas disciplinas voltadas ao conteúdo conceitual das ciências, por exemplo, Termodinâmica, Eletromagnetismo, Genética, Bioquímica, Geometria etc os episódios históricos permitem entender os problemas que motivaram o desenvolvimento de conceitos, modelos, teorias, leis, técnicas e tecnologias, ao mesmo tempo que explicitam aspectos epistêmicos e contextuais. Com essa vivência, o futuro professor pode entender como uma abordagem histórica pode favorecer o aprendizado de conceitos científicos e sobre a NDC.

Nas quatro disciplinas voltadas às práticas pedagógicas, a proposta foi a de incluir o aprendizado para identificar a pseudo-história das ciências em materiais didáticos e a localizar materiais historiográficos desenvolvidos por especialistas, preferencialmente voltados para o ambiente escolar, para a construção de planos de ensino. Assim, buscou-se colocar os alunos em contato com uma variedade de temas e propostas, ampliando o repertório para o desenvolvimento de propostas didáticas autorais.

Além das inserções longitudinais da História das ciências e da NDC nessas disciplinas, os licenciandos também cursam uma disciplina de Filosofia da ciência.

As vivências em sala de aula foram oferecendo subsídios para o aprimoramento de atividades didáticas e elaboração de outras. A maioria dos resultados apresentou um bom

retorno das estratégias propostas.⁵ Essa preocupação com o ensino da NDC permitiu promover uma visão crítica sobre a relação ciência e contexto cultural, fundamentando discussões sobre os direitos humanos e democratização das ciências.

Por volta de 2018, inúmeros acontecimentos no cenário mundial⁶ trouxeram a urgência de se repensar enfoques na Educação em Ciências, assim como o papel das ciências na constituição histórica de uma organização planetária injusta e assimétrica, e que consolidou relações colonialistas de subordinação (Aikenhead, 2006; D’Ambrosio, 2018, 2021; Oliveira & Queiroz, 2017; Santos, D., 2022).

Qual o papel de professores, historiadores, filósofos e sociólogos das ciências na atuação em prol da Educação em Ciências comprometida com a justiça social?

Novas demandas para a Educação em Ciências

O contexto planetário mais recente trouxe novas demandas a serem incorporadas Educação em Ciências, em especial as que têm como propósito formar pessoas capazes de compreender —e de forma crítica— os problemas contemporâneos. Tal exigência tem relação com temas que, atualmente, são alvo de intensos debates nos ambientes científicos e não científicos, tais como a emergência climática e os desafios para a construção de uma sociedade mais justa e igualitária. De fato, e não isoladamente, mas também em conjunto, já que os grupos humanos mais vulneráveis carregam uma carga desproporcional dos efeitos da emergência climática, por exemplo, de poluição do ar causada pela parcela mais abastada da população, ou enchentes e soterramentos em áreas desassistidas (Forato, Lima & Ferreira, 2023).

As ações antrópicas predatórias sobre o planeta têm antecipado eventos extremos no ciclo hidrológico global, provocando deslizamentos e inundações, e também agravado os índices de transmissão de doenças, especialmente pela água e vetores oportunistas. Além dos movimentos negacionistas, como o anti-vacina e o terraplanismo, a negação do aquecimento global antrópico tem aumentado em função do crescimento de movimentos da extrema direita em diferentes lugares do planeta. Esse contexto vem expondo quão predatória pode ser a ação de um grupo social sobre o planeta e sobre a população trabalhadora.⁷

Tais ações, possivelmente, contribuíram para ocorrência da pandemia de Covid-19, e podem ainda trazer outros vírus, até então confinados em ambientes distantes da ocupação humana. Além das mortes, efeitos colaterais e de consequências para a saúde

.....
⁵ Forato (2019) traz uma síntese das implementações, incluindo resultados de 2015.

⁶ Violações de direitos humanos em comunidades quilombolas e contra povos indígenas do Brasil; o brutal assassinato de George Floyd, em 2020, que amplificou o movimento *Black Lives Matter*; o aumento nos crimes de homofobia e feminicídio em diversos países, o crescimento de grupos neonazistas ao redor do planeta, o acirramento de movimentos negacionistas etc

⁷ Uma discussão detalhada sobre o assunto aparece em Forato, Lima & Ferreira (2023).

mental, a população também enfrentou problemas no acesso a tratamentos, proteção, equipamentos de higiene, bem como infraestrutura para acompanhamento com educação online.

A pandemia escancarou as desigualdades sociais em vários países do Sul global, afetando muitos aspectos da vida em sociedade. Como apontam Forato, Lima e Ferreira:

Além disso, valores colonialistas e eurocentrados, que ao longo dos séculos tem configurado uma relação de subordinação cultural, étnica e racial, que afetou e afeta inúmeros povos originários e imigrantes ao redor do mundo (D'Ambrosio, 1985, 2006; Gavroglu et al., 2008; Pingree, 1991). De acordo com Aikenhead (2006; 2010), isso requer a decolonização do currículo escolar de ciências. (Forato, Lima & Pereira, 2023)⁸

Episódios explícitos de racismo e preconceito têm sido corriqueiros, assim como os ataques às casas de reza indígena e de religiões de matriz africana no Brasil.

As questões de desigualdade de gêneros, a exclusão de mulheres em espaços decisórios —ou sua opressão cotidiana, a depender de suas interseccionalidades— também expõem uma sociedade adoecida e opressora. A misoginia ainda é corriqueira na América Latina, e nota-se o crescimento do feminicídio no Brasil e em outros países. Oportuno lembrar que as mulheres não só foram injustiçadas na história das ciências, como ainda enfrentam dificuldade de acesso aos cargos decisórios nas universidades e recebem um número significativamente menor de bolsas de pesquisa do Governo (Lima, 2019).

Atualmente, o planeta vive inúmeras guerras entre povos e países, inclusive com a ameaça do uso de armamento nuclear no conflito bélico entre Rússia e Ucrânia. O número de refugiados da guerra e do clima aumenta a cada dia. A ampla desigualdade de acesso à educação de qualidade, entre povos, classes sociais e etnias fomenta e aprofunda as relações de dominação e predação entre pessoas, perpetuando os vícios da colonização e do eurocentrismo. O contexto é complexo e é imperativo lembrar o papel de educadores e pesquisadores no diagnóstico e enfrentamento de tantos desafios. Como historiadores, filósofos, sociólogos e educadores das ciências podem considerar seus conteúdos disciplinares em uma perspectiva mais ampla, colocando sua prática docente a favor de um mundo mais justo?

Forato, Lima e Ferreira (2023) apresentam indagações que devem ser enfrentadas e consideradas para a educação em ciências:

- Considerando que a ciência moderna foi desenvolvida na perspectiva de um determinismo eurocêntrico, qual o papel de sua historicidade nas ciências escolares? Quem pode aprender, praticar e ensinar ciência? Quem detém o poder?
- Quais perdas podem ter sido ocasionadas pela segregação de mulheres na história das ciências, que as excluiu dos protocolos de pesquisa, que foram e continuam baseados apenas em um grupo praticamente uniforme, que representa uma ciência colonial?

.....

⁸ Tradução livre.

- Considerando que as sociedades atuais são caracterizadas pelo pluralismo, as ciências deveriam ser plurais nas contribuições das diversas peculiaridades e historicidades, incluindo as diferentes orientações de gênero, etnias, epistemologias e culturas. É sobre oferecer novos olhares, novas questões e uma perspectiva diferente e plural para enfrentar problemas sociais e científicos que são plurais e complexos.
- Como abordar qualquer episódio da História das Ciências sem discutir seu papel na construção das culturas humanas e na organização sociopolítica da sociedade?
- Como ensinar mecânica em perspectiva histórica sem falar do seu desenvolvimento impulsionado pelas guerras, em todos os períodos da história humana? E quanto à termodinâmica e seu papel na revolução industrial? Como tratar desses temas sem debater a degradação no meio ambiente e a exploração do trabalho humano?
- Como o desenvolvimento das Ciências contribuiu para muitos avanços para algumas pessoas e trouxe exclusão e miséria para outras?
- Como preparar professores das Ciências para lidar com esses desafios, compreendendo como os conceitos científicos estão vinculados aos temas sensíveis de justiça social?

Considerando todo esse cenário de injustiças sociais, violação de direitos humanos, desigualdades profundas e a emergência climática, como preparar estudantes e futuros professores para compreender, enfrentar e promover mudanças visando um mundo mais justo? Como fortalecer a promoção de direitos humanos?

Para Oliveira e Queiroz (2015, p. 24) a “Educação em Direitos Humanos é a defesa da humanidade em uma sociedade desumanizada, a defesa da razão acima dos pensamentos de ódio e da compaixão acima de uma razão sanguinária”. Os autores consideram que:

Com a intensificação das relações entre outros-diferentes, dada pelo crescimento dos fluxos comunicativos e migratórios, essa camuflagem das diferenças culturais e sociais tornou-se mais difícil, de forma que hoje já é possível perceber um forte movimento (expresso tanto em organizações como em leis ou projetos indicados a serem implementados) de afirmação das diferenças e busca por igualdade social. [...] esse ideal de escola para “todos” não se faz possível se as diferenças não forem respeitadas e contarem com representatividade no cotidiano escolar. Se antes a lógica escolar não contemplava as minorias (como mulheres, LGBTQAI, pobres, trabalhadores rurais, negros, indígenas, etc), hoje lutamos para não haver retrocessos nesse sentido. (Oliveira & Queiroz, 2017, p. xxviii)

Hoje não consideramos esses grupos como minorias, pois entendemos que nomeá-los assim pode ser mais uma estratégia para diminuir sua consciência e empoderamento. Sabemos que aí está representada uma parcela significativa da sociedade brasileira que inclui negros, mulheres, pobres, e pessoas LGBTQIA+.

O necessário e urgente combate ao racismo epistêmico, buscando a promoção de um ensino decolonial, como proposto por Brito, Pinheiro & Rosa (2020) por meio da inserção de narrativas sobre os saberes produzidos pelos povos africanos que foram invisibilizados pelo projeto escravagista e colonialista. D'Ambrosio (2004, 2018, 2021) propõe o resgate de conhecimentos historicamente tornados invisíveis como uma maneira de buscar novos rumos para a humanidade, reconhecendo e defendendo a necessidade de se propagar uma epistemologia plural, diversa e inclusiva.

Pesquisas conduzidas por Afonso e Nadal (2013), Cardoso (2016), D'Ambrosio (2018), defendem a valorização dos saberes e fazeres dos povos originários da América Latina, cujas culturas foram preservadas por meio da tradição oral e escrita, e de seus artefatos que sobreviveram até a contemporaneidade. Esses autores valorizam e defendem o reconhecimento das epistemologias, dos céus e das cosmologias ameríndias, pela inserção de narrativas históricas sobre astronomia nas culturas, ou Etnoastronomia, relevando a cosmovisão de povos originários (Santos, D., 2022).

Diante do complexo cenário, comprometido com a formação cidadã, Hodson (2013) destaca a necessidade de preparar os estudantes para lidar com questões controversas, de forma tolerante e moral, agindo conforme o que é certo, bom e justo, e argumentando de forma coerente e persuasiva sobre suas concepções. Para isso, defende o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e atitudes que subsidiem os futuros cidadãos a investigar distintos pontos de vista, analisando-os e os avaliando, reconhecendo inconsistências, contradições e insuficiências. Adella Cortina (2007) adiciona a dimensão afetiva, contribuindo para a capacidade humana de realização da vida como realidade que valha a pena viver. A filósofa espanhola oferece bases para uma educação pautada na Ética da Razão Cordial, que problematiza a racionalidade iluminista, em favor de uma razão que considere a empatia, o respeito, o sentimento de apreço, que ela considera poderem ser ensinados. Para Oliveira e Queiroz (2017), Cortina defende que:

[...] não é possível conhecer a justiça apenas pela racionalidade “pura”, mas por uma razão que leve em consideração aspectos afetivos, como, por exemplo, a estima —apreço, admiração, sentimento de carinho por alguém ou algo—, e a compaixão —um sentimento piedoso de simpatia diante de algo ruim para a outra pessoa. (Oliveira & Queiroz, 2017, p. xxxi)

Com essa preocupação com o ensino da NDC, busca-se promover uma visão crítica sobre a relação ciências e contexto sociocultural, formando cidadãos bem informados. Deyvid Santos (2022), com base na hermenêutica filosófica de Gadamer, considera que essa consciência histórica pode fundamentar as discussões sobre os direitos humanos e justiça social na Educação em Ciências, para compreender o passado e como ele definiu o contexto atual.

Em ressonância, entende-se que a formação do professor deve inscrever a concepção do poder transformador da educação na promoção dos direitos humanos, do respeito à diversidade cultural, e na construção de uma sociedade mais justa (Freire, 1974, 1996;

D'Ambrosio, 2018, 2021). Narrativas históricas podem ser construídas e utilizadas em iniciativas de Educação emancipatórias, na perspectiva freiriana, incentivando o debate explícito não apenas sobre a NDC, mas sobre justiça social, direitos humanos e promoção da democracia.

Como materializar tais propostas?

Exemplos para abordagens históricas na sala de aula

Há uma diversidade de propostas que podem ser implementadas na Educação em Ciências para pautar os temas propostos. Dentre elas, são apresentados três exemplos implementados na formação de professores de física e de química.

Voo das aves, aeronaves e o aquecimento global...

Esta proposta (Cardeira & Forato, 2020) utiliza três episódios para integrar a História das Ciências e as abordagens Ciência-Tecnologia-Sociedade,⁹ no debate sobre o contexto global das alterações climáticas, conceitos científicos e aspectos da NDC. Dois dos episódios são recentes e discutem como a elevação da temperatura atmosférica, provocada pelo aquecimento global, ocasiona a diminuição da densidade do ar na região da pista, causando o cancelamento de voos, quando o ar mais rarefeito se torna insuficiente para sustentar a decolagem de aeronaves. Os responsáveis pelo controle de tráfego aéreo dos aeroportos de Londres e Phoenix adotaram, como medida de segurança, a retirada de alguns passageiros da aeronave (em 2013) e o cancelamento de alguns voos (em 2017).

Três características presentes no voo das aeronaves já haviam sido observadas pelo padre e inventor brasileiro Bartolomeu Lourenço de Gusmão (1685-1724), para explicar o voo das aves: asas, vida e ar. Gusmão defendeu que “[...] dando-se essas três circunstâncias de azas [*Sic*], vida e ar, conforme necessária proporção, é infalível o voo em qualquer artifício, como estamos vendo na ave” (Gusmão, 1709, pp. 38-39). Com base em suas hipóteses, ele desenvolveu o protótipo de um balão, e apresentou um pedido de patente ao Rei de Portugal, utilizando argumentos das vantagens que tal artifício daria ao Reino, fiscalizando suas fronteiras e transportando munição e comida durante a guerra.¹⁰

A proposta foi implementada na formação de professores de física e de química. Os licenciandos leram o texto como atividade prévia e assistiram à apresentação do primeiro autor sobre os conceitos de física envolvidos no voo das aves e na sustentação das aeronaves. A seguir, trabalhando em pequenos grupos, debateram questões sobre a função social das aeronaves, o modelo econômico e social que estrutura o deslocamento de pessoas e

.....
⁹ Acevedo-Díaz e García-Carmona (2016) defendem benefícios em agregá-las.

¹⁰ Ver a respeito das ideias de Gusmão em Bizerra, 2008, pp. 9-15.

produtos pelo planeta, os empregos que gera e a economia que movimentam e, seu impacto no aquecimento global. Discutiram acerca de combustíveis fósseis e alternativos; revisaram conceitos científicos que fundamentam alternativas sustentáveis, além de conhecerem as contribuições de um brasileiro para a história da técnica e das ciências. Em uma próxima aula, o uso de notícias recentes sobre acidentes e crimes ambientais permite ampliar a discussão para a emergência climática.

Esse tema teve destacado interesse por parte da maioria de licenciandos, integrando posterior atividade de construção de pequenos vídeos didáticos para a escola básica.

As garotas do rádio e sua busca por justiça

Essa proposta, apresentada por Leal e Forato (2021), aborda o triste episódio que envolveu centenas de jovens mulheres que pintavam ponteiros de relógio com tinta radioativa, no início do Século xx. Não se sabe quantas adoeceram, mas cinco delas protagonizaram uma luta por diagnósticos corretos, tratamento médico e indenizações trabalhistas. O médico contratado pela empresa para defender a utilização do rádio na indústria, realizava exames fraudulentos e distribuiu resultados de exames com falsos negativos a várias mulheres.

A atividade partiu da leitura prévia do texto e apresentação de seminários pelos licenciandos, seguido de um debate plenário. A discussão perpassou a questão de gênero e de classe social, a ética nas ciências, o escopo das práticas científicas e sociais do contexto abordado. O destaque para o contexto da época envolveu questões técnicas e tecnológicas no estudo da interação da radiação com o corpo humano, conteúdos da história da química, da física, da biologia, da medicina, do direito e do contexto social, econômico e político. Houve também debates sobre a NDC, a educação para os direitos humanos e sobre as injustiças decorrentes de desigualdades econômicas e desequilíbrios entre forças sociais, como as que ocasionaram a falta de apoio àquelas mulheres.

Posteriormente, os licenciandos desenvolveram vídeos curtos sobre o episódio, para serem utilizados na Escola Básica, considerando-o como mais uma atividade para introduzir conceitos de Radioatividade, de modo contextualizado e pautado sobre Justiça Social.

Astronomia Tupinambá nos seiscentos

Essa proposta buscou contemplar a declaração universal sobre a diversidade cultural, de 2001,¹¹ e da Lei 11.645/2008,¹² que propõe a inclusão da história e cultura afro-brasileira e indígena em todo o currículo escolar brasileiro (Santos, D., 2022). O conteúdo propõe

.....
¹¹ UNESCO (2001). *Declaração Universal Sobre A Diversidade Cultural*, 2001.

¹² Brasil. 10 de Março de 2008. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, Brasília.

um resgate de conhecimentos tornados invisíveis, como uma maneira de buscar novos rumos para a humanidade. (D'Ambrosio, 2004, 2021). Ainda, adota uma proposta de compreensão do episódio a partir da ética da razão cordial de Cortina (2007), propondo uma busca de diálogo com povos originários (exemplos de Txai Suruí e Ailton Krenak).

Como um estímulo para que futuros professores a utilizem, a proposta inclui conteúdos conceituais das ciências, na perspectiva das demandas curriculares para a escola básica, como as fases da lua, eclipses, estações do ano, geocentrismo, identificação de constelações, fluxo e refluxo das marés. Trata também de conteúdos sobre as ciências como produção cultural, construída histórica e coletivamente, que manifesta a busca de sobrevivência e de transcendência presente na cosmo-visão Tupinambá (D'Ambrosio, 2004, 2018, 2021).

A narrativa ainda permite discutir a historicidade no processo de compreensão das fontes, na interpretação não neutra daqueles saberes do povo indígena, e permite promover a reflexão sobre a colonização dos nossos céus, que incorporou as referências europeias, para nomear os astros do hemisfério sul.

A proposta será implementada em 2023, na formação de professores. No âmbito da curricularização da extensão, professores da escola básica participarão de algumas aulas na graduação, construindo atividades didáticas em conjunto com os professores em formação.

Algumas considerações

Os projetos de pesquisa e as propostas didáticas foram reformulados algumas vezes ao longo desses 11 anos, em função de resultados das próprias implementações e dos aspectos requeridos pelos contextos dinâmicos do curso, da universidade, da educação e das pautas sociais a serem trabalhadas na educação.

As propostas recentes, voltadas para a promoção da justiça social, foram muito bem recebidas pelos licenciandos. Partindo de episódios históricos que mobilizavam conceitos científicos e aspectos sociais, foram promovidos debates envolvendo temas que afetam seu cotidiano, o que gerou engajamento.

As pesquisas implementadas na formação de professores vêm gerando desdobramentos, informando novas pesquisas para o desenvolvimento de outras narrativas históricas e novas propostas em sala de aula. Tais pesquisas, incluindo Mestrados, Doutorados, Monografias, Iniciação Científica e Trabalhos de Extensão universitária ocorrem no âmbito do Grupo de Pesquisa e Extensão, do qual participam graduandos, pós-graduandos, professores da escola básica e pesquisadores de outras universidades, subsidiando as práticas docentes no tripé Ensino-Pesquisa-Extensão. Com a demanda pela curricularização da extensão, alguns professores da escola básica têm vindo para as aulas de Práticas Pedagógicas de Física e de Química para desenvolverem propostas didáticas em conjunto com os licenciandos.

Os próximos passos serão voltados a aprofundar essa interlocução, principalmente nos temas históricos que podem mobilizar debates e construção de propostas, visando uma Educação em Ciências promotora da Justiça Social.

Agradecimentos

A autora agradece ao CNPQ, à CAPES e à FAPESP pelo apoio recebido em diferentes fases da pesquisa.

Bibliografia

- Acevedo-Díaz, J., Vázquez Alonso, A., Acevedo Romero, P., & Manassero Mas, M. A. (2005). Evaluación de creencias sobre ciencia, tecnología y sus relaciones mutuas. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, 2(6), 73-99
- Acevedo-Díaz, J., & García-Carmona, A. (2016). «Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado». Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 3-19.
- Afonso, G., & Nadal, C. (2013). Arqueoastronomia. In O. Matsuura (Org.), *História da Astronomia no Brasil* (pp. 50-85). Companhia Editora de Pernambuco.
- Alonso, A., Acevedo-Díaz, J., & Manassero, M. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*, 34(1), 1-37. <https://doi.org/10.35362/rie3412895>
- Allchin, D. (2004). Pseudohistory and pseudoscience. *Science & Education*, 13, 179-195. <https://doi.org/10.1023/B:SCED.0000025563.35883.e9>
- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518-542. <https://doi.org/10.1002/sce.20432>
- Arduríz-Bravo, A., & Izquierdo-Aymerich, M. (2009). A Research-Informed Instructional Unit to Teach the Nature of Science to Pre-Service Science Teachers. *Science & Education*, 18, 1177-1192. <https://doi.org/10.1007/s11191-009-9189-3>
- Bagdonas, A. (2011). *Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia*. Dissertação. [Mestrado em Ensino de Física, Universidade de São Paulo]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP.
- Bizerra, E. A. (2008). *Santos Dumont e o desenvolvimento da dirigibilidade de balões*. Dissertação. [Mestrado em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo]. Repositorio PUCSP.
- Brush, S. (1974). Should the history of science be rated X? *Science*, 183(4130), 1164-1172. <https://doi.org/10.1126/science.183.4130.1164>
- Cardeira, F., & Forato, T. (2020). Asas, vida e ar: sustentação do ar no voo das aves e aeronaves e o aquecimento global. *Indagatio Didactica*, 12(4), 123-139. <https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21685>
- Cardoso, W. (2016). Astronomia Cultural: como povos diferentes olham o Céu. Brasília: *Universidade de Brasília, Boletim da Física*, 5(5), 51011/51018. <https://doi.org/10.26512/e-bfis.v5i5.9798>

- Castro, R., & Carvalho, A. (1992). História da ciência: investigando como usá-la num curso de segundo grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 9(3), 225-237.
- Cortina, A. (2007). Ethica cordis. *Isegoría*, 37, 113-126. <https://doi.org/10.3989/isegoria.2007.i37.112>
- D'Ambrosio, U. (2021) Bases historiográficas e metodológicas para uma História e Filosofia das Ciências na América Latina. *Revista História da Matemática para Professores*, 7(1), 14-25. <https://rhmp.com.br/index.php/RHMP/article/view/65>
- D'Ambrosio, U. (2018). Etnomatemática, justiça social e sustentabilidade. *Estudos Avançados*, 32(94), 189-204. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0014>
- D'Ambrosio, U. (2004). Tendências historiográficas na história da ciência. In M. Alfonso-Goldfarb & M. H. Beltran (Orgs.), *Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas* (pp. 165-200). EDUC.
- El-Hani, C. (2006). Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. In C. Silva (Org.), *Estudos de história e filosofia das ciências* (pp. 3-21). Subsídios para aplicação no Ensino. Ed. Livraria da Física.
- Forato, T. (2009). *A Natureza da Ciência como Saber Escolar: Um estudo de caso a partir da história da luz*. Tese. [Doutorado em Educação, Faculdade de Educação, USP]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP.
- Forato, T., Lima, I., & Ferreira, G. (2023). History of physics and socio-scientific issues: approaching gender and social justice. In F. Taşar & P. Heron (Eds.), *International Handbook of Physics Education Research*. AIPP.
- Forato, T., Pietrocola, M., & Martins, R. (2011). Historiografia e Natureza da Ciência na sala de aula. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(1), 27-59. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2011v28n1p27>
- Freire, P. (1984). *Pedagogia do oprimido*. Paz e Terra.
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da Autonomia* (42o. reimpressão). Paz e Terra.
- Gil-Pérez, D., Montoro, I., Alis, J., Cachapuz, A., & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 125-153. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000200001>
- Gusmão, B. L. (1709). Manifesto Sumário para os que Ignoram Poder-se Navegar pelo Elemento do Ar (Journal A Manhã, Rio de Janeiro, 1950). *Suplemento Literário Autores e Livros*, 11(4), 38 (Abril, 1950). <https://bit.ly/2ZlhEn9>
- Hanuscin, D., Akerson, V., & Phillipson-Mower, T. (2006). Integrating Nature of Science Instruction into a physical science content course for preservice elementary teachers: NOS Views of Teaching Assistants. *Science Education*, 90(5), 912-935. <https://doi.org/10.1002/sce.20149>
- Hodson, D. (2013). Don't Be Nervous, Don't Be Flustered, Don't Be Scared. Be Prepared. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 13(4), 313-331. <https://doi.org/10.1080/14926156.2013.845327>
- Holton, G., Rutherford, F., & Fletcher, G. (1985). *Projecto Física* (unid. 1). Fundação Calouste Gulbenkian.
- Höttecke, D., & Silva, C. (2011). Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles. *Science & Education*, 20, 293-316. <https://doi.org/10.1007/s11191-010-9285-4>
- Leal, K., & Forato, T. (2021). As garotas do rádio e sua busca por justiça e dignidade: possibilidades de abordagens históricas para o ensino de ciências. *Revista Brasileira de História Da Ciência*, 14(2), 252-275. <https://doi.org/10.53727/rbhc.v14i2.539>

- Lima, I. (2019). *Lise Meitner e a fissão nuclear: Caminhos para uma narrativa feminista*. [Tese de Doutorado, Faculdade Estadual de Feira de Santana]. Repositório Institucional da UFBA. https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/31996/3/IsabelleLima_tese%20de%20doutorado_vers%C3%A3o%20final%20com%20ficha.pdf
- Martins, A. F. P. (2007). História e Filosofia da Ciência no Ensino: Há muitas pedras nesse caminho. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(1), 112-131.
- Martins, R. (1999). O que é a ciência do ponto de vista da epistemologia? *Caderno de Metodologia e Técnica de Pesquisa*, 9, 5-20.
- Martins, R. (2010). Seria possível uma história da ciência totalmente neutra, sem qualquer aspecto whig? *Boletim da História e Filosofia da Biologia*, 4(3), 4-7.
- Matthews, M. (1995). História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12(3), 164-214.
- Medeiros, A., & Bezerra-Filho, S. (2000). A natureza da ciência e a instrumentação para o ensino da física. *Ciência & Educação*, 6(2), 107-117. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132000000200003>
- Mellado, V. (1999). La formación didáctica del profesorado universitario de ciencias experimentales. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 34, 231-241.
- Niaz, M. (2009). Progressive transitions in chemistry teachers' understanding of nature of science based on historical controversies. *Science & Education*, 18(1), 43-65. <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9082-x>
- Oliveira, R., & Queiroz, G. (2015). *Olhares sobre a (in)diferença: formar-se professor de ciências a partir de uma perspectiva de Educação em Direitos Humanos*. Editora Livraria da Física.
- Oliveira, R. D. V. L., & Queiroz, G. R. P. C. (2017). *Conteúdos cordiais: química humanizada para uma escola sem mordças*. Livraria da Física.
- Oliveira, W. & Drummond, J. (2015). Refletindo sobre desafios à inserção didática da história e filosofia da ciência em oficina de formação docente. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 8(3), 151-179. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2015v8n3p151>
- Porto, P. A. (2010). História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In W. Santos & O. Maldaner (Orgs.), *Ensino de Química em Foco* (pp. 159-180). Editora Ijuí.
- Pumfrey, S. (1991). History of science in the National Science Curriculum: a critical review of resources and their aims. *British Journal of History of Science*, 24(1), 61-78. <https://doi.org/10.1017/S0007087400028454>
- Santos, D. (2022). *Confluências historiográficas das ciências no contexto escolar pós-moderno: em busca de um senso de pertencimento histórico-cultural em adolescentes por meio de uma narrativa sobre a astronomia Tupinambá nos seiscentos*. Dissertação. [Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de São Paulo]. Repositório Institucional UNIFESP.
- Santos, M. E. (1999). Encruzilhadas de mudança no limiar do século XXI: co-construção do saber científico e da cidadania via ensino CTS de ciências. In *Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*.
- Schmiedecke, W. (2016). *A história da ciência nacional na formação e na prática de professores de física*. [Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP.
- Woodcock, B. (2014). "The Scientific Method" as Myth and Ideal. *Science & Education*, 23, 2069-2093. <https://doi.org/10.1007/s11191-014-9704-z>