

Educação CTS no Sul Global

Org.

Victor Bianchetti

Suzani Cassiani

Irlan von Linsingen



 **Pedro & João**
editores

Educação CTS no Sul Global



O presente trabalho foi realizado com os apoios da Sociedade Brasileira de Ensino de Química (SBEnQ) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, por meio do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina.



**Victor Bianchetti
Suzani Cassiani
Irlan von Linsingen
(Organizadores)**

Educação CTS no Sul Global



Copyright © Autoras e autores

Todos os direitos garantidos. Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, transmitida ou arquivada desde que levados em conta os direitos das autoras e dos autores.

Victor Bianchetti; Suzani Cassiani; Irlan von Linsingen [Orgs.]

Educação CTS no Sul Global. São Carlos: Pedro & João Editores, 2025.
358p. 16 x 23 cm.

ISBN: 978-65-265-2093-2 [Impresso]
978-65-265-2094-9 [Digital]

1. Educação Científica e Tecnológica. 2. CTS. 3. Sul Global. 4. Decolonialidade. I. Título.

CDD – 370

Capa: Marco Marinho com finalização técnica de Luidi Belga Ignacio

Ficha Catalográfica: Hélio Márcio Pajeú – CRB - 8-8828

Diagramação: Diany Akiko Lee

Editores: Pedro Amaro de Moura Brito & João Rodrigo de Moura Brito

Conselho Editorial da Pedro & João Editores:

Augusto Ponzio (Bari/Itália); João Wanderley Geraldi (Unicamp/Brasil); Hélio Márcio Pajeú (UFPE/Brasil); Maria Isabel de Moura (UFSCar/Brasil); Maria da Piedade Resende da Costa (UFSCar/Brasil); Valdemir Miotello (UFSCar/Brasil); Ana Cláudia Bortolozzi (UNESP/Bauru/Brasil); Mariangela Lima de Almeida (UFES/Brasil); José Kuiava (UNIOESTE/Brasil); Marisol Barenco de Mello (UFF/Brasil); Camila Caracelli Scherma (UFFS/Brasil); Luís Fernando Soares Zuin (USP/Brasil); Ana Patrícia da Silva (UERJ/Brasil).



Pedro & João Editores

www.pedroejoaoeditores.com.br

13568-878 – São Carlos – SP

2025

Sumário

Apresentação	9
Victor Bianchetti Suzani Cassiani Irlan von Linsingen	
Rever: uma nota sobre a capa	11
Marco Marinho	
SEÇÃO I - Ensaio teórico e propositivos para a promoção da Educação CTS no Sul Global	
Capítulo 1 - Pressupostos para a promoção da Educação Científica e Tecnológica no Sul Global	15
Victor Bianchetti Suzani Cassiani	
Capítulo 2 - Silêncios que significam, possibilidades que emergem: a discussão étnico-racial na Educação CTS brasileira	57
Tatiana Galieta	
Capítulo 3 - Qual desenvolvimento queremos para o Sul Global? Em busca de novos caminhos para a Educação Científica e Tecnológica	85
Cristine Saibert Walter Antonio Bazzo	
Capítulo 4 - Por uma Ciência marginal: reflexões sobre o ensino de ciências como aliado para a construção de uma Democracia Queer	105
Caio Gentil Nascimento da Silva Joaquim Fernando Mendes da Silva	

Capítulo 5 - Estilos de pensamento em Educação CTS na produção acadêmica brasileira: uma análise a partir de periódicos latino-americanos 141

Tamara Dias Domiciano

Leonir Lorenzetti

SEÇÃO II - Inspirações pedagógicas a partir do Sul Global: trajetórias de resignificação das abordagens CTS na Educação Científica e Tecnológica

Capítulo 6 - Privatiza que melhora: o impacto do discurso de eficiência e desenvolvimento para a geração de energia 173

Desirée Dornelles

Fernanda Ostermann

Flavia Rezende Valle dos Santos

Capítulo 7 - FACTS e Educação Científica Crítica: possibilidades para se discutir decolonialidade nas aulas de Ciências 193

Mariana dos Santos

Christiana Andréa Vianna Prudêncio

Capítulo 8 - Aprendendo a conviver com a natureza a partir das culturas ameríndias 211

Iris Selene Conrado

Dália Melissa Conrado

Elisangela Matias Miranda

Regiani Magalhães de Oliveira Yamazaki

Capítulo 9 - Corpos outros podem ocupar as educações em ciências? Notas a partir do pensamento decolonial 235

Fabiana Aparecida de Carvalho

Suzani Cassiani

Capítulo 10 - Inteligência artificial e os impactos na arte: instrumento de dominação, plágio ou uma nova forma de expressão? 257

Marilene Vieira Tonini

Capítulo 11 - A perspectiva transdisciplinar das mudanças climáticas: uma proposta de planejamento para turmas do Primeiro ano do Ensino Médio	271
Ácmon Francisco Pedrosa Bhering Bruno Martins Vieira	
Capítulo 12 - O avanço da suinocultura no estado de Santa Catarina como uma controvérsia sociocientífica	285
Jéssica Martins Corrêa Sergio Pedro Carpeggiani Junior	
Capítulo 13 - Café de Timor-Leste como uma questão CTSA para a educação Científica, Matemática e Tecnológica	301
Julio de Carvalho Gradiana Esperança Sarmiento Lino Verdial do Rosário Irlan Von Linsingen	
Capítulo 14 - Abordagens CTS e a temática do Lixo Eletrônico no Ensino de Ciências: reflexões a partir de uma oficina de Educação Ambiental em perspectiva geopolítica	311
Wesley Diogo de Assis Victor Bianchetti Carmine Inês Acker Suzani Cassiani	
Seção III - Sobre as pessoas organizadoras e autoras da obra	
Organizadores da obra	345
Autoras(es) dos capítulos	347

Apresentação

Victor Bianchetti
Suzani Cassiani
Irlan von Linsingen

É com muita satisfação que apresentamos a obra “Educação CTS no Sul Global”. A motivação para organizar este livro nasceu do nosso compromisso em promover a Educação Científica e Tecnológica (ECT) em perspectivas socialmente referenciadas, que, a partir das relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), denuncia as contradições estruturantes das desigualdades nos contextos de Sul Global, ao passo em que anuncia caminhos para a superação das situações-limites que se evidenciam por meio dos efeitos de colonialidade do ser, do saber, do poder e da mãe natureza.

A obra contempla produções do campo da Educação Científica e Tecnológica (ECT) comprometidas com as realidades do Sul Global, por meio de capítulos frutos de trabalhos de pesquisa com cunho teórico e/ou empírico, bem como relatos de experiência em perspectivas críticas e/ou decoloniais, que perpassam as relações CTS do Sul Global. Dessa maneira, são realizadas reflexões e proposições sobre os impactos da Ciência e da Tecnologia e da ECT na sociedade, destacando as implicações para a manutenção e/ou superação das estruturas opressoras no contexto do Sul Global, sobretudo a partir de marcadores sociais da diferença na sociedade contemporânea, como as questões étnico-raciais, de classe e de gênero.

Considerando a diversidade de produções apresentadas neste livro, ele se organiza em duas seções, quais sejam: Seção I - Ensaios teóricos e propositivos para a promoção da Educação CTS no Sul Global; e Seção II -Inspirações pedagógicas a partir do Sul Global:

trajetórias de ressignificação das abordagens CTS na Educação Científica e Tecnológica. Enquanto na primeira seção há capítulos que denunciam e anunciam aspectos teóricos do campo da educação CTS no Sul Global, a segunda se constitui pela apresentação de experiências investigativas e/ou pedagógicas que podem contribuir para a ressignificação das abordagens CTS no contexto de Sul Global, em especial, brasileiro e timorense. Dessa maneira, a partir da leitura do livro esperamos ser possível refletir sobre as denúncias dos efeitos de colonialidade na promoção da educação CTS em perspectiva eurocêntrica, bem como anunciar referenciais teórico-metodológicos que têm contribuído para a promoção da ECT em perspectiva decolonial.

Por fim, gostaríamos de agradecer a participação de todas as autoras e autores nesta obra, bem como o recebimento de apoio financeiro para a publicação do livro. Sendo assim, registramos nossos agradecimentos ao Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) pelo recurso da Capes concedido via Edital 15/2024/CG-PROEX/PPGECT; e à Sociedade Brasileira de Ensino de Química pelo recurso concedido por meio do Edital SBEEnQ 02/2024.

Rever: uma nota sobre a capa

Marco Marinho

Assim como o conhecimento, as imagens são construídas. As imagens nascem do olhar, de uma perspectiva. O conhecimento também. Toda imagem enquadra algo, o que também implica em algo que resta fora do quadro. Se uma perspectiva é adotada, outra pode ser suprimida. Por isso, é importante, de tempos em tempos, olhar de novo, rever os ângulos. Reconstruir. Essa me parece também uma postura adequada para a ciência, manter-se em movimento, com olhos atentos. Para além do conteúdo, reconhecer o quadro que o delimita, que o limita. Assim como as imagens, os conhecimentos são vistas, de onde se vê o mundo.

Esse foi o exercício adotado na feitura da capa e contracapa que compõem este livro. Com base em três pinturas — *Cutting Bananas In Jamaica* (1930); *Gleaners Resting in the Shade* (séc. XIX); e *The Peoples of Africa* (1962) e na obra *The book worm and her favorite book* (1914), busquei reconfigurar o olhar, através de um exercício de colagem. Se antes tínhamos uma perspectiva do Norte Global, em que somos objetos para serem vistos, na capa que busca dar forma ao conhecimento que move este livro, somos sujeitos, agentes, que colhem e espalham o seu saber. Deslocamos para construir novas imagens, novos imaginários e, portanto, novos conhecimentos.



SEÇÃO I

**Ensaio teórico e
propositivo
para a promoção
da Educação CTS
no Sul Global**

Capítulo 1

Pressupostos para a promoção da Educação Científica e Tecnológica no Sul Global

Victor Bianchetti
Suzani Cassiani

Introdução

Em trabalhos anteriores (Bianchetti; Cassiani, 2024; Bianchetti; Linsingen; Cassiani, 2019), abordamos a polissemia acerca do conceito de cidadania no contexto da Educação Científica e Tecnológica (ECT), sobretudo nas perspectivas das abordagens desenvolvidas a partir das relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Neste capítulo inicial, somamos esforços aos trabalhos anteriores, com o objetivo principal de apresentar alguns pressupostos teóricos que podem contribuir com a proposição de elementos de ressignificação da ECT de maneira a articulá-la à luta contra as contradições da realidade brasileira e promover uma **Formação Cidadã Decolonial Crítica**.

Com o intuito de explicar a formulação desse conceito, lançamos mão de alguns aspectos da Teoria Crítica, sobretudo a partir das ideias de Paulo Freire. Além disso, buscamos inspiração nos pressupostos dos estudos decoloniais, de maneira a valorizar os conhecimentos e as experiências de resistência dos povos que historicamente têm sido marginalizados em função da manutenção histórica dos privilégios de uma elite opressora. Portanto, neste capítulo inicial, temos como um dos objetivos apresentar nossa compreensão e, mais do que isso, nossa defesa à promoção de

práticas escolares que pautem o conceito de cidadania em perspectiva decolonial crítica.

Denúncia e Anúncio como estrutura da Formação Cidadã Decolonial Crítica

Façamos agora um resgate a uma passagem da obra de Freire, que oportuniza reflexões centrais na proposição da Formação Cidadã Decolonial Crítica.

A morte do sonho e da utopia, prolongamento consequente da morte da História, implica a imobilização da História na redução do futuro à permanência do presente. (...) Nenhuma realidade é assim porque assim tem de ser. (...) Em nome da natureza humana, de que tanto falei, me rebelo contra esse “pragmatismo” amesquinizador e afirmo a prática educativa que, coerente com o ser que estamos sendo, desafia a nossa curiosidade crítica e estimula o nosso papel de sujeito do conhecimento e da reinvenção do mundo (Freire, 1997, p. 56-57).

Na nossa interpretação do fragmento anterior, Paulo Freire (1997) nos alerta para as consequências da morte do sonho e da utopia. Para o célebre educador, deixar de sonhar faz com que o futuro seja apenas um reflexo do presente. Essa passagem da obra freireana nos mostra que, ao sonhar a utopia de mudança, podemos arrefecer as estruturas opressoras a ponto de enfraquecê-las e quiçá, rompê-las.

Essa reflexão se torna fundamental para pensarmos sobre os elementos necessários para a formação cidadã, de maneira a reconhecer que o sistema em que o mundo está organizado é desigual. E, mais do que isso, a desigualdade não pode ser concebida como fenômeno natural. Ela ocorre a partir da intervenção de um grupo dominante que atua para ampliação e manutenção dos privilégios (Freire, 2018).

Por conseguinte, rechaçamos qualquer concepção de cidadania que encaminhe a sociedade a uma condição de constante adaptação. Por reconhecer as injustiças e almejar uma sociedade

mais justa, esperamos, no sentido freireano (Freire, 2018), a utopia de transformar o mundo. Transformar no sentido de torná-lo um lugar com mais justiça social, em que todos possam ter acesso às mesmas oportunidades, independentemente da raça, gênero, classe social, sexualidade, religião, etc. Em outras palavras, almejamos um mundo em que ninguém seja subalternizado, objetificado e explorado. Uma sociedade em que todas, todos e todes tenham sua humanidade reconhecida e valorizada.

Ao transpor esse objetivo para o contexto escolar, é inevitável partir do estudo sobre o contexto no qual os estudantes estão inseridos. No caso dos estudantes brasileiros, principalmente daqueles que percorrem a trajetória escolar em instituições de ensino público, esse contexto revela várias contradições.

O campo da Teoria Crítica, do qual Paulo Freire se aproxima, pode contribuir de maneira significativa para o processo de articulação do conhecimento escolar em perspectiva emancipatória. Neste trabalho, adotamos o conceito de criticidade inspirados pela corrente filosófica da Teoria Crítica. O termo Teoria Crítica foi publicado pela primeira vez em 1937, no texto "Teoria Tradicional e Teoria Crítica", de autoria de Max Horkheimer. A teoria surge em Frankfurt e tem como principais expoentes Horkheimer, Theodor W. Adorno, Herbert Marcuse, Walter Benjamin e Erich Fromm. Esses e outros autores agrupados dão origem à corrente filosófica que ficou conhecida como Escola de Frankfurt (Nobre, 2005).

Em oposição à Teoria Tradicional, que entende a ciência como representação neutra da realidade, a Teoria Crítica percebe a ciência como produção cultural e ideológica que, portanto, não produz verdades absolutas (Carnaúba, 2010; Silva; Gomes, 2019). Nesse sentido, ao considerar os pressupostos da Teoria Crítica, combatemos a ideia de ciência como apreensão da realidade, ao passo que compreendemos o conhecimento científico como uma das formas de leitura e transformação da sociedade.

Sendo assim, o conceito de criticidade adotado para propor a Formação Cidadã Decolonial Crítica se relaciona com a orientação

da educação em direção à emancipação dos sujeitos, por meio do diagnóstico e prognóstico da realidade. Conforme expõe Nobre (2005, p.9-10), a criticidade reside em *dizer o que é em vista do que ainda não é, mas pode ser*. Em outras palavras, uma formação crítica deve ser capaz de promover a denúncia das situações limites da realidade (diagnóstico) e também os anúncios de formas de superação dessas contradições (prognóstico).

Em concordância com esse conceito de criticidade, Paulo Freire se alinha ao campo da Teoria Crítica e concebe que o conhecimento da educação libertadora deve ser visto como um instrumento de transformação da realidade, ou seja, de proposição ativa de soluções para problemas da sociedade. Esse movimento pode dar fim ao que Freire denomina “cultura do silêncio”, uma vez que os educandos com formação crítica podem ser mais ativos na identificação e na resolução de problemas locais e/ou globais da sociedade contemporânea (Freire, 2016).

Nesse sentido, enquanto a Teoria Tradicional aponta para a adaptação à realidade e conformismo, a Teoria Crítica visa compreender a realidade de maneira a perceber as contradições nela presentes (denúncias) para que sejam propostas soluções com caráter libertador (anúncios), superando as contradições identificadas. Portanto, inspirados na Teoria Crítica e, principalmente, em Paulo Freire, utilizamos a dialética freireana **Denúncia-Anúncio** como estruturantes da nossa proposição para a ECT.

Não há possibilidade de pensarmos em um futuro mais justo sem antes nos sensibilizarmos às injustiças do presente. É fundamental denunciar aquilo que estamos vivendo e anunciar como podemos viver. Nesse sentido, o futuro não está pré-determinado pelas condições que estão postas no tempo em que vivemos. O futuro é fruto da nossa interação com o mundo e, por isso, temos potencial de transformá-lo (Freire, 1997).

Ainda que essa transformação seja utópica, a realidade de injustiças a qual estamos submetidos pode ser tensionada a cada movimento coletivo, progressista, emancipatório e libertador que

realizarmos, sobretudo no campo da educação. Paulo Freire (2016, p.52) nos motiva quando diz:

(...) gosto de ser gente, porque sei que minha passagem pelo mundo não é predeterminada, preestabelecida. Que o meu “destino” não é um dado, mas algo que precisa ser feito e de cuja responsabilidade não posso me eximir. Gosto de ser gente porque a história em que me faço com os outros e de cuja feitura tomo parte é um tempo de possibilidades, e não de determinismo. Sendo assim, o compromisso com a superação das injustiças sociais passa por denunciar e anunciar novas formas de ser e estar no mundo. (Freire, 2016, p.52)

Qual o papel da educação escolar nesse processo de construção do “destino”? Se nos entendemos como sujeitos inacabados, não determinados pela história e com potencial para transformar a realidade, a educação passa a ser um instrumento fundamental de construção dos elementos necessários a esse processo. Em contrapartida, se acreditarmos que o futuro já está determinado pela história do presente, a escola passa a ser um espaço de adaptação à realidade e desenvolvimento de competências e habilidades para treinar os estudantes a suprir as demandas do sistema.

O projeto neoliberal de transformar os espaços escolares em centros de treinamento para o mercado de trabalho (Thiengo, 2018) põe obstáculos não só à formação cidadã crítica dos estudantes. Quando permeados por essa cultura de treinamento, os estudantes não se preparam para produzir o conhecimento técnico-científico que dê conta dos desafios da contemporaneidade. Uma primeira análise poderia concluir que esse modelo contradiz os interesses neoliberais. Entretanto, no ponto de vista do grupo dominante, nossa localidade não é lugar produção intelectual, científica e/ou tecnológica, nos cabendo a importação e repetição de teorias e práticas que satisfazem o modelo de produção vigente (Santos, 2011). Ou seja, fica designado às escolas marginalizadas somente o

papel de incorporar e aplicar a ciência e a tecnologia produzidas¹ pelas potências capitalistas.

Contudo, nenhuma realidade é pré-determinada. Se estamos em um contexto injusto, é porque há atores sociais intervindo no mundo para que assim ele esteja. E, partindo desse pressuposto, intervenções progressistas podem subverter o quadro de injustiça no qual estamos inseridos. *A sociedade não escapa à influência humana* (Fanon, 2008, p.28).

Diante disso, *reconhecer que o sistema atual não inclui a todos, não basta. É necessário precisamente por causa deste reconhecimento lutar contra ele* (Freire, 1997, p.676). Certamente, a formação cidadã que almejamos passa pela luta contra toda injustiça social. Como estruturar a luta por justiça social no contexto escolar, mais especificamente, no âmbito da ECT?

Creditamos às categorias Denúncia e Anúncio o potencial para estruturar a luta por justiça social. É necessário que os estudantes percebam quais são as situações-limite que os cercam. O processo de libertação só pode se dar a partir da identificação das estruturas opressoras que impedem o exercício pleno da humanidade dos sujeitos. Quando as situações-limite passam a ser percebidas e destacadas, ou seja, *denunciadas*, os indivíduos ficam embebidos de realidade e motivados a intervir no mundo que os cercam para romper com as estruturas opressoras (Freire, 2011a).

As ações de superação das contradições, nomeados por Freire de atos-limite, devem romper com a lógica opressora operante na sociedade contemporânea. Em outras palavras, Paulo Freire defende o *anúncio* do inédito-viável, ou seja, de uma ação inovadora, ainda desconhecida, que pode encaminhar a utopia de transformar a sociedade em um lugar mais justo (Freire, 2011a, 2011b).

Portanto, os processos de denúncia e anúncio são interdependentes. Na medida em que percebemos e denunciemos

¹ Nem todo conhecimento da matriz eurocêntrica foi produzido por europeus e na Europa. Há diversos casos de pilhagem epistêmica (Rosa; Alves-Brito; Pinheiro, 2020), em que o europeu se apropria de conhecimentos marginalizados, silenciando a autoria e a localidade em que foram produzidos.

quais são às estruturas opressoras que operam em nossa sociedade, é possível vislumbrar ações inovadoras que rompam com a opressão e dão oportunidade ao exercício da humanidade dos sujeitos. Ao articular denúncias e anúncios, os indivíduos deixam de ser objetos determinados pela história e assumem o papel de sujeitos com potencial de escreverem sua trajetória no mundo (Freire, 2011b).

Como educadores, temos que fazer uma escolha ética e política: nossa prática docente contribui para a transformação da sociedade ou para a adaptação dos sujeitos às estruturas e mecanismos de opressão estabelecidos e mantidos pelos grupos dominantes? Não há possibilidade de neutralidade no que se refere a esse posicionamento. Ainda que sejamos professores e pesquisadores do campo da ECT, tida como área “dura” e historicamente afastada de questões sociais.

A escolha por se ater aos cânones da ciência moderna, falsamente professos como neutros, credencia o docente ao campo dos que contribuem para a manutenção do *status quo*. Silva e Gomes (2019) alertam sobre as tendências pedagógicas consideradas não críticas, que promovem o ensino de Ciências *como uma coleção de fatos, descrição de fenômenos e enunciados de teorias a decorar* (Silva; Gomes, 2019, p.36).

Paulo Freire (2011b) denomina essa concepção de educação bancária, que restringe o papel dos educandos a receber, memorizar e repetir o conhecimento apresentado pelo professor. Nessa abordagem,

(a) o educador é o que educa; os educandos, os que são educados; (b) o educador é o que sabe; os educandos, os que não sabem; (c) o educador é o que pensa; os educandos, pensados; (d) o educador é o que diz a palavra; os educandos, os que a escutam docilmente; (e) o educador é o que disciplina; os educandos, os disciplinados; (f) o educador é o que opta e prescreve sua opção; os educandos, os que seguem a prescrição; (g) o educador é o que atua; os educandos, os que têm a ilusão de que atuam, na atuação do educador; (h) o educador escolhe o conteúdo programático; os educandos, jamais ouvidos nesta escolha, se acomodam a ele; (i) o educador identifica a autoridade do saber com sua autoridade funcional, que opõe

antagonicamente à liberdade dos educandos; estes devem adaptar-se às determinações daquele; (j) o educador, finalmente, é o sujeito do processo; os educandos, meros objetos. (Freire, 2011b, p.82-83)

Nessa perspectiva, nenhuma ação inovadora se faz presente no processo de ensino, o que encaminha os estudantes à adaptação e frustra a esperança de transformação da sociedade a partir da educação. Sem denúncia e sem anúncio, os educandos ficam alienados, reféns da realidade que os cercam, como se ela fosse natural e pré-determinada (Freire, 2011b).

Partindo desse pressuposto, é fundamental que os professores que ética e politicamente optam por negar qualquer adaptação às estruturas opressoras da sociedade contemporânea ajam de encontro à educação bancária e promovam uma educação libertadora. Neste trabalho, buscamos propor caminhos possíveis para uma ECT libertadora, com foco na realização da utopia de transformação da sociedade.

É importante ressaltar que Freire propõe a ocorrência desses elementos em diálogo com os educandos. Nesse sentido, o professor não é o detentor das verdades sobre o mundo que, em um ato solidário e caridoso, transfere as denúncias e anúncios aos educandos. O papel do educador é investigar, em conjunto com a comunidade escolar, quais os temas oportunizam a realização de denúncias e anúncios no contexto em que a escola está inserida (Freire, 2011a).

Nesse sentido, a Denúncia e o Anúncio devem se dar no diálogo com os estudantes, de maneira que seja promovida a oportunidade para que elas e eles reflitam e ajam coletivamente sobre o contexto que os cercam. Contudo, para isso, é fundamental que professores e professoras (re)conheçam o nosso contexto: um país desigual, injusto, que sofre os efeitos de ter sido colonizado com base em uma imposta supremacia racial, patriarcal e de classe. As contradições vividas pelos estudantes, sobretudo por aqueles que vivenciam a trajetória escolar em uma escola pública brasileira,

são diretamente atravessadas por esse histórico racista, machista e classista no qual nossa nação se constituiu.

Sendo assim, para realizar as denúncias e os anúncios coerentes com o nosso contexto, é fundamental aprofundarmos o conhecimento sobre a nossa história a partir de quem historicamente têm sofrido com as estruturas opressoras. Para isso, lançamos mão dos estudos decoloniais e de suas articulações com a visão crítica de Paulo Freire.

Os efeitos de colonialidade como estrutura de opressão

Antes de aprofundarmos as questões dos estudos decoloniais que nos interessam neste trabalho, é preciso resgatar as ideias de Frantz Fanon. Grande parte da teoria da colonialidade/decolonialidade está diretamente vinculada às ideias defendidas por ele e aqui destacamos a obra *Pele Negra, Máscaras Brancas*.

Em *Pele Negra, Máscaras Brancas*, escrito em 1952, Fanon trata dos processos de negação da humanidade dos negros, a partir da experiência de martinicano que viveu na Europa. Assim como defendido em Freire, Fanon (2008) entendia que a história do futuro não está determinada pelo presente. O autor acreditava que um conhecimento profundo da realidade poderia combater a alienação e a ausência de discernimento, promovendo a superação das estruturas racistas. Tanto a alienação, quanto a ausência de discernimento, segundo o autor, estão relacionados a processos nos quais os negros tentam se assemelhar à cultura eurocêntrica para alcançarem status de superioridade frente aos *irmãos* colonizados.

Paulo Freire sofreu grande influência da obra de Fanon para escrever a *Pedagogia do Oprimido* (WALSH, 2012). Algumas autoras e autores (MARTINIS, 2012; PASTANA, 2017; PENNA, 2014; WALSH, 2012) têm articulado os pressupostos de Paulo Freire aos de Frantz Fanon na tentativa de estruturar uma educação libertadora. Ainda que Fanon não tenha se valido explicitamente dos termos denúncia e anúncio, o autor pontua diversas

contradições, sobretudo as de cunho racista, e propõe elementos que contribuem para a superação desses problemas.

Fanon (2008) reconhecia que o caminho para a emancipação do povo negro não é simples. Nesse sentido, o autor estabelece a existência de dois campos – o branco e o negro – e destaca a desumanização dos negros, quando afirma, ainda na introdução de *Pele Negra, Máscaras Brancas*: (...) *mesmo expondo-me ao ressentimento de meus irmãos de cor, direi que o negro não é um homem* (Fanon, 2008, p.26). Tal ideia de hierarquização racial presente em Fanon é um dos pontos de partida para os estudos do grupo modernidade/decolonialidade, conforme apresentamos adiante neste capítulo.

Ao sustentar a hipótese de que os negros são subalternizados pelos brancos, Fanon parte da observação da relação de cidadãos da Martinica² com a metrópole França. O autor afirma que

Todo povo colonizado – isto é, todo povo no seio do qual nasceu um complexo de inferioridade devido ao sepultamento de sua originalidade cultural – toma posição diante da nação civilizadora, isto é, da cultura metropolitana. Quanto mais assimilar os valores culturais da metrópole, mais o colonizado escapará da sua selva. Quanto mais ele rejeitar sua negritão, seu mato, mais branco será. (Fanon, 2008, p.34)

Em consonância com Fanon, o pensador brasileiro Abdias Nascimento critica a ideia de que no Brasil há uma democracia racial. Referência para compreender as estruturas raciais no Brasil, Abdias Nascimento nasceu em Franca/SP, em 1914. Ao longo da sua trajetória, foi professor, ator, escritor, deputado federal e senador, sempre atuante na defesa de relações étnico-raciais mais justas. Criou o Teatro Experimental Negro e escreveu obras de grande relevância, como *O Genocídio do Negro Brasileiro* (Nascimento, 2016) e *O Quilombismo* (Nascimento, 2020).

² A Martinica faz parte das pequenas Antilhas (região caribenha), foi colônia francesa até 1946, quando se tornou um departamento francês em ultramar (Stadler; Krachenski, 2019). A ilha da Martinica é majoritariamente povoada por descendentes de africanos escravizados (Sapede, 2011).

Abdias rechaça o argumento de que há harmonia nas relações étnico-raciais brasileiras. Segundo o autor, ainda que a maioria da população brasileira tenha afrodescendência, esse grupo social é privado de condições básicas para exercer a humanidade. Sobre as relações raciais na cidade de Salvador, onde a maioria expressiva da população é negra, Abdias ressalta:

Pois até mesmo aqui [se referindo a Salvador/Bahia] a sociedade vigente escolheu negar seu destino “africano” e manter na periferia a maioria absoluta de negros e mulatos. Até mesmo aqui, onde a cultura africana deitou raízes seculares, um descendente africano, para ter acesso em qualquer degrau da escada social é porque já não é mais um negro: trata-se de um assimilado que deu as costas às suas origens, ou seja, “um negro de alma branca” (Nascimento, 2016, p.116).

Esse apagamento cultural do ser colonizado pelo colonizador, uma violência que reverbera em várias dimensões, é um dos pontos de partida para o campo dos estudos decoloniais. A autora Catherine Walsh – linguista estadunidense radicada no Equador – categoriza e descreve quatro dessas dimensões: a colonialidade do ser, do saber, do poder e da mãe natureza (Walsh, 2012). Antes de embarcarmos nesse debate, se faz necessário evidenciar o que é colonialidade e contextualizar brevemente o histórico do campo dos estudos decoloniais.

Segundo Escobar (2003), a crescente conexão entre alguns pesquisadores, em maioria latino-americanos, culminou no programa de investigação Modernidade/Colonialidade (MC). De acordo com o autor, o foco do programa de investigação está em refletir sobre *a realidade cultural e política latino-americana, incluindo o conhecimento subalternizado dos grupos explorados e oprimidos* (Escobar, 2003, p. 53, tradução nossa).

O programa MC denuncia os efeitos de colonialidade que persistem mesmo após o fim do colonialismo e tem como um dos objetivos promover a visibilidade e a construção de epistemologias próprias do contexto latino-americano, de maneira a romper com o viés eurocêntrico dos estudos pós-colonialistas. Nesse sentido,

novas formas de viver, de ser, de conhecer e de se relacionar com a natureza são estruturadas a partir das experiências historicamente desperdiçadas pela modernidade, com o objetivo de transgredir as estruturas opressoras típicas do mundo contemporâneo (Ballestrin, 2013; Escobar, 2003).

Em relação ao termo colonialidade, ele se difere de colonialismo, ainda que estejam vinculados. Colonialismo se refere ao processo de exploração política e de administração colonial que resulta na relação de dominação de uma metrópole sobre a colônia (Quijano, 2010; Grosfoguel, 2010), tal qual a relação entre Portugal e Brasil entre meados dos séculos XVI e XIV, até quando, em 1822, o Brasil se tornou *independente* politicamente.

Entretanto, esse processo de independência política não garante ao Estado-Nação liberdade frente às amarras e imposições econômicas, culturais, epistemológicas, ambientais advindas das localidades dominantes que um dia foram metrópoles. Eis então o fenômeno da colonialidade. O termo faz referência a tudo que nos é imposto e a todo silêncio que nos é causado pelo lugar subalterno que nos foi atribuído historicamente, desde o processo de colonização até a modernidade.

Os/as autores/as do grupo MC consideram que a colonialidade é constitutiva da modernidade (Mignolo, 2017). Em outros termos, o sistema de organização vigente no mundo contemporâneo foi desenvolvido e é sustentado pelas diversas estruturas opressoras baseadas na negação da humanidade dos povos que foram colonizados, ou seja, os não europeus (Escobar, 2003).

Esse pressuposto do programa MC rompe com a ideia hegemônica sobre a modernidade. Grande parte dos filósofos, sociólogos, antropólogos, consideram que o início da modernidade se deu no período em que os europeus passam a organizar suas ações em torno da razão, abandonando os dogmas religiosos. Para os defensores dessa interpretação, a partir do uso da razão a Europa se tornou o centro do mundo, uma localidade avançada, desenvolvida, organizada, enquanto nas outras localidades,

geopoliticamente classificadas como periféricas, só havia atraso, primitivismo e selvageria (Escobar, 2003).

Conforme apresentado anteriormente, o grupo MC refuta essa teoria sobre a modernidade e defende que a Europa se tornou o centro do mundo devido aos efeitos de colonialidade operados sobre as localidades classificadas pelos europeus como atrasadas e irracionais. Dussel (2000) descreve em tópicos o que chama de Mito da Modernidade, processo que, segundo o autor, conduziu os europeus ao centro do mundo.

1. A civilização moderna autodescreve-se como mais desenvolvida e superior (o que significa sustentar inconscientemente uma posição eurocêntrica).
2. A superioridade obriga a desenvolver os mais primitivos, bárbaros, rudes, como exigência moral.
3. O caminho de tal processo educativo de desenvolvimento deve ser aquele seguido pela Europa (é, de fato, um desenvolvimento unilinear e à europeia o que determina, novamente de modo inconsciente, a falácia desenvolvimentista).
4. Como o bárbaro se opõe ao processo civilizador, a práxis moderna deve exercer em último caso a violência, se necessário for, para destruir os obstáculos dessa modernização (a guerra justa colonial).
5. Esta dominação produz vítimas (de muitas e variadas maneiras), violência que é interpretada como um ato inevitável, e com o sentido quase-ritual de sacrifício; o herói civilizador reveste a suas próprias vítimas da condição de serem holocaustos de um sacrifício salvador (o índio colonizado, o escravo africano, a mulher, a destruição ecológica, etcetera).
6. Para o moderno, o bárbaro tem uma culpa (por opor-se ao processo civilizador) que permite à "Modernidade" apresentar-se não apenas como inocente mas como emancipadora dessa culpa de suas próprias vítimas.
7. Por último, e pelo caráter "civilizatório" da "Modernidade, interpretam-se como inevitáveis os sofrimentos ou sacrifícios (os custos) da modernização dos outros povos "atrasados" (imatuross), das outras raças escravizáveis, do outro sexo por ser frágil, etcetera (Dussel, 2000, p. 29).

No trecho anterior, Dussel explicita uma sequência de elementos impostos pelos europeus, que configuraram como verdadeiro e universal todo conhecimento produzido por eles. A questão indígena no Brasil e na América Latina é um exemplo

concreto da violência dos europeus “Modernos” em relação aos sujeitos e conhecimentos socio-culturalmente referenciados.

Além da violência explícita e genocida que os indígenas sofreram no processo de colonização e continuam sofrendo, existe também uma violência epistêmica e moral. O que aprendemos e ensinamos sobre as culturas indígenas nas escolas, além da visão do homem branco sobre esses povos de múltiplas culturas? O que os homens e as mulheres indígenas têm a nos contar tende a não ser valorizado, justamente pela imposição da crença de que há superioridade daqueles que estão assentados nos padrões europeus, sendo este um dos danosos efeitos de colonialidade.

Com vistas a compreender os efeitos de colonialidade, é fundamental lançar mão de Anibal Quijano, responsável pelo desenvolvimento do conceito de Colonialidade do Poder. Conforme explorado anteriormente, para Quijano (1992), ainda que o colonialismo tenha findado, persistem relações de *Colonialidade* sobre as antigas colônias.

Na esteira de Fanon, Quijano (1992) considera que as relações de Colonialidade estão arraigadas na negação da humanidade dos sujeitos que estão fora, sobretudo, dos padrões europeus. Sendo assim, é produzida uma invisibilidade histórica, na qual os conhecimentos produzidos e os sujeitos latino-americanos parecem não ter validade se não se adequarem aos padrões eurocêntricos.

Para além do silenciamento de alguns conhecimentos, houve também a apropriação indevida de outros, que hoje são reconhecidos como produtos da ciência moderna hegemônica, mas que partiram de contextos alternativos à comunidade científica. Os conhecimentos sobre plantas, em grande parte, foram desenvolvidos em comunidades indígenas (Galante, 2011; Santos; Meneses; Nunes, 2004). A técnica de mumificação, desenvolvida no território africano onde hoje se localiza o Egito, foi fundamental para o desenvolvimento do conhecimento sobre a anatomia humana e sobre substâncias químicas que atuam como conservantes (Francisco Junior, 2008; Silva; Pinheiro, 2019; Pinheiro, 2020b).

Entretanto, não há referências aos sujeitos envolvidos nesses processos nos artigos científicos da área, nem nos registros hegemônicos da história da Ciência. Em um estudo realizado em livros didáticos de Química, Carvalho, Monteiro e Costa (2019) relatam que não há abordagem satisfatória das contribuições do povo negro para os diversos campos de conhecimento, contrariando o texto da lei brasileira 10.639/03. A ausência de referências aos povos indígenas e negros evidencia uma violência epistêmica sofrida por eles.

De acordo com Quijano, essa exploração se fundamenta na crença na sociedade europeia como o ponto mais avançado da trajetória de desenvolvimento civilizatório que parte de um estado de natureza (primitivo). Em consequência desse pensamento, os europeus pensaram-se como os modernos da humanidade e os mais avançados da espécie humana (Quijano, 1992).

Nessa perspectiva, o eurocentrismo, abordado por Quijano alimenta até hoje a crença de que os sujeitos e os conhecimentos eurocêntricos devem ser mais valorizados e se tornar universais, enquanto outros paradigmas, externos aos padrões europeus são subalternizados e invisibilizados. A afirmação dos conhecimentos e sujeitos brancos em detrimento daqueles oriundos de territórios historicamente menosprezados, em que os sujeitos são considerados muitas vezes atrasados e sem direitos, promove uma linha abissal entre esses dois contextos (Santos; Meneses, 2010).

Grada Kilomba (2019), teórica portuguesa com raízes em Angola e São Tomé e Príncipe, em uma análise psicanalítica, nos alerta para o fato de que o conhecimento dos negros foi e continua silenciado porque ele tem o potencial de explicitar as características mais perversas da branquitude, isto é, dos privilégios dos brancos. Se valorizássemos os conhecimentos produzidos pelos sujeitos marginalizados, certamente, o papel de selvagem e atrasado seria designado aos homens brancos europeus que violentaram toda etnia não europeia. Como essa violência ainda é ressonante na sociedade contemporânea, ouvir a voz aos sujeitos negros implica

em reconhecer o lugar de privilégios e a vilania da branquitude (Kilomba, 2019).

Assim como Kilomba, Quijano (1992) e outros integrantes do programa MC, defendem que o elemento condicionante para o controle de um povo sobre os outros é a ideia de raça. Nesse sentido, há uma hierarquia racializada, em que os homens brancos, europeus, controlam e invisibilizam os negros e indígenas, ou qualquer raça³ que não seja branca. O branco é naturalizado como o “normal” e o restante como “diferente”, trazendo privilégios aos brancos, ao mesmo tempo em que subalterniza os povos das antigas colônias.

Além da dominação a partir da raça, Quijano defende que a Colonialidade do Poder, ou seja, o domínio da elite eurocêntrica, atua sobre os sujeitos na medida em que eles se associam ou dissociam do gênero feminino e da classe trabalhadora. Essas estruturas de opressão são diversas e se comunicam. Elas são interseccionais. Carla Akotirene (2019), na obra intitulada *Interseccionalidade*, aborda o conceito que dá título ao livro. Segundo a autora, o conceito tem origem na reivindicação do movimento feminista negro, que não se sentia plenamente contemplado nem pelas pautas do feminismo, uma vez que o movimento reproduz racismo, e nem pelo movimento negro, que, segundo a autora, tem caráter machista (Akotirene, 2019).

A interseccionalidade visa dar instrumentalidade teórico-metodológica à inseparabilidade estrutural do racismo, capitalismo e cisheteropatriarcado – produtores de avenidas identitárias em que mulheres negras são repetidas vezes atingidas pelo cruzamento e sobreposição de gênero, raça e classe, modernos aparatos coloniais (Akotirene, 2019, p.19)

Partindo desse pressuposto, defendemos a ideia de que existem diversas classificações sociais, a depender das estruturas

³ É importante ressaltar que rechaçamos o conceito biológico de raça. Neste trabalho, assim como Quijano (2021), adotamos a ideia de raça em dimensão sociológica, como um instrumento de dominação social inventado para justificar o colonialismo e que ainda perdura nas relações de colonialidade.

opressoras que atuam sobre cada um dos sujeitos, em cada momento histórico. A partir da lógica imposta pela modernidade, na medida em que a pessoa se associa ou se dissocia da raça branca, do gênero masculino, da heterossexualidade, da cisgeneridade, do *padrão de beleza* magro e/ou atlético, da propriedade dos meios de produção, das religiões cristãs ela se torna mais ou menos privilegiada. Entretanto, não é porque sentimos a opressão de maneira individualizada que a luta contra as estruturas opressoras deve se dar de maneira semelhante. Ao conhecer as minhas lutas individuais posso reconhecer outras situações opressoras e lutar contra elas. É necessário reconhecer que formas de ser e estar no mundo são negadas e silenciadas em razão da manutenção do privilégio de um único padrão socialmente imposto na modernidade: o homem branco, cis, hétero e cristão. Portanto, ainda que coexistam diversas classificações sociais, a estrutura que sustenta a opressão sofrida pelas minorias é a mesma.

É disso que se trata este trabalho. Almejamos conhecer e reconhecer quais as lutas são travadas por sujeitos que historicamente têm sido violentados e impedidos de viver sua humanidade. E, mais do que isso, buscamos maneiras de somar forças para lutar contra essas estruturas opressoras no âmbito da Educação Científica e Tecnológica.

Portanto, ao considerar os pressupostos decoloniais, defendemos que a formação cidadã deve ser socialmente referenciada e oposta a esses efeitos da colonialidade que minimizam a humanidade dos sujeitos. Isto é, almejamos uma educação para o exercício da cidadania em perspectiva decolonial crítica. Esta formação está atrelada a práticas pedagógicas que proporcionam aos estudantes a construção de conhecimentos e práticas libertadoras, com potencial para denunciar e anunciar formas de superar as contradições presentes no contexto em que eles estão inseridos.

No caso dos estudantes brasileiros, há diversas relações de colonialidade que atuam sobre eles, associadas à raça, ao gênero, às condições de exploração no trabalho (típicas do sistema capitalista)

e a questões como identidade de gênero, orientação sexual e a religião. Conforme explorado anteriormente, apesar de diferentes, todas essas categorias resultam em dominação e se relacionam para manter os privilégios da elite dominante de origem europeia.

A partir dessa lógica, incidem diversos instrumentos de dominação sobre os sujeitos externos ao padrão eurocêntrico. Catherine Walsh, americana radicada no Equador e membro do programa MC, propõe categorias que podem auxiliar na compreensão dos efeitos de colonialidade aos quais estamos submetidos.

Além do conceito de colonialidade do poder elaborado por Quijano (1992), Walsh (2012) defende que, a partir da hierarquia patriarcal e racializada, são desenvolvidos efeitos de colonialidade do ser, da mãe natureza e do saber. Em relação ao ser, o indivíduo que se diferencia dos padrões eurocêntricos é subalternizado e dominado, uma vez que é considerado selvagem, primitivo e, nesse sentido, menos humano que os europeus. Essa foi uma das justificativas para escravizar os indígenas durante o colonialismo e até hoje, mesmo que não sejamos mais colônia de Portugal, a humanidade das etnias indígenas e afrodescendentes do Brasil e do mundo continua sendo negada.

Para citar exemplos de efeitos da colonialidade do ser, podemos resgatar a comoção causada por ataques terroristas na Europa e comparar com a comoção causada pela morte de milhares de pessoas famintas nas localidades marginalizadas do mundo contemporâneo. Outro exemplo é a denúncia feita por Bombardi (2017): continuamos produzindo e consumindo alimentos contaminados com muitos agrotóxicos de alto potencial carcinogênico, especialmente nas localidades marginalizadas do mundo (os limites máximos de uso de agrotóxicos no Brasil chegam a ser cinco mil vezes maiores que na União Europeia). É como se uma vida tivesse mais valor do que outra.

Segundo Walsh (2012) outra dimensão de dominação é a colonialidade cosmogônica ou da mãe natureza. Com base na distinção binária entre humano e natureza, esse efeito de

colonialidade categoriza como primitiva qualquer relação de cunho espiritual dos sujeitos com o meio-ambiente. Muitas etnias indígenas e afrodescendentes recorrem a ritos e filosofias alternativas ao racionalismo cartesiano para se conectar com a natureza e com a ancestralidade. Entretanto, o desenvolvimento de uma visão mais harmônica com a natureza vai de encontro aos interesses de exploração e mercantilização da natureza (Leff, 2015). Em consequência dessa oposição, não por acaso, esses conhecimentos e práticas têm sido sistemática e violentamente esvaziados e silenciados.

Por fim, destacamos a dimensão da colonialidade que se relaciona com o saber. Walsh (2012) alerta para o fato de que o conhecimento produzido em localidades subalternizadas pelo eurocentrismo não tem a mesma validade que a racionalidade eurocêntrica, isto é, a ciência moderna hegemônica. Durante o colonialismo, os europeus reprimiram os conhecimentos, práticas, técnicas dos sujeitos colonizados e escravizados, ao mesmo tempo em que a cultura europeia foi violentamente imposta. Esse movimento de silenciamento dos conhecimentos e práticas dos povos originários e escravizados apagou da história outras formas de compreender o mundo e universalizou o conhecimento científico moderno como o único válido. Nesse sentido, as teorias científicas até hoje são consideradas formas superiores de compreender o mundo, uma vez que, do ponto de vista da modernidade, surgem da apreensão da realidade e, portanto, não podem ser questionadas (Walsh, 2012).

Portanto, ao almejar que a educação escolar propulsione uma formação coerente com o contexto injusto e desigual em que estamos inseridos, devemos denunciar as estruturas opressoras que sustentam os efeitos de colonialidade (do poder, do ser, do saber, da mãe natureza) – sobretudo o racismo, o machismo e o patriarcado – e anunciar movimentos decoloniais, ou seja, novas formas de compreender e intervir no mundo com o intuito de romper e superar as contradições típicas do nosso contexto. Isso é o que estamos chamando de Formação Cidadã Decolonial Crítica.

Ao situar esse conceito no campo da Educação Científica e Tecnológica, é inevitável nos questionarmos sobre o papel da ciência moderna hegemônica no movimento de Formação Cidadã Decolonial Crítica. Apresentamos o nosso entendimento para esse questionamento na seção seguinte.

O papel da Ciência para a Formação Cidadã Decolonial Crítica

Antes que nos acusem de relativistas epistêmicos, explicamos algumas questões que podem causar repulsa a algumas leitoras e leitores adeptos e defensores do racionalismo cartesiano que sustenta o mito da modernidade (Dussel, 2000). A ciência moderna hegemônica é o principal conhecimento que circula na humanidade e contribuiu de maneira condicionante para o estabelecimento da sociedade – injusta – em que vivemos. Sendo assim, não seria coerente sugerir a ausência deste conhecimento nos currículos escolares. E essa não é a nossa proposta. Vivemos em uma sociedade impregnada, não por acaso, pela ciência moderna. E só esse fato já é suficiente para defender a presença desses conteúdos na escola, desde que feito em perspectiva contra-hegemônica.

O potencial construtivo da ciência e da tecnologia é inquestionável. No momento em que escrevo este texto, o mundo assistiu o desenvolvimento em tempo recorde da vacina de prevenção à COVID-19. O momento evidencia que não podemos renunciar a tudo que a ciência e a tecnologia já produziram e ainda vão produzir. Mas, ao mesmo tempo, devemos nos perguntar: para quem essas vacinas foram desenvolvidas e produzidas? Quem foram os primeiros vacinados? Há o mesmo empenho científico para produzir vacinas contra outros surtos epidêmicos, como o do vírus Ebola que ainda se alastra e deixa mortos em algumas regiões do continente africano?

Ainda que as respostas para essas perguntas possam escancarar de que maneiras a ciência pode produzir desigualdades, não negamos que devemos conhecer os conceitos e a prática da ciência e da tecnologia. Entretanto, esse conhecimento não nos

parece garantir a proposição de soluções eficazes para as principais mazelas causadas pelas relações de colonialidade.

Conforme mencionado anteriormente, a ciência moderna hegemônica foi imposta como único conhecimento válido desde o início da modernidade e, ao percebermos as profundas contradições presentes no planeta – a crise ambiental, a desigualdade, a fome, o racismo, entre outras injustiças sociais – torna-se evidente que a produção e a prática científica não têm dado conta de solucionar essas questões. Deste ponto surge a necessidade de denunciar o limite interno da ciência na resolução desses problemas.

Contudo, a crítica à ciência moderna hegemônica feita neste trabalho em nada compactua com o legado negacionista de teorias não-científicas formadoras de pós-verdades (Lima et al., 2019), como o terraplanismo e a desconfiança acerca da eficácia de vacinas. Na verdade, o surgimento dessas “teorias” tem muito mais a ver com o fracasso da ciência moderna na resolução dos problemas estruturais da sociedade do que com as críticas decoloniais ao eurocentrismo (Cassiani et al., 2022).

Para superar as contradições, é preciso inovar e alterar a lógica de opressão em que estamos vivendo. Se há necessidade de ações inovadoras, valer-se exclusivamente do conhecimento científico – que têm sido a principal forma de conhecimento do mundo contemporâneo – não seria uma resolução de um conflito (ainda dentro da lógica opressora) em vez da superação de uma contradição? (Bianchetti; Cassiani, 2020).

Como exemplo, trazemos a questão do racismo. Cientificamente, já foi evidenciado e amplamente divulgado que não há elementos biológicos que caracterizariam diferenças raciais entre brancos/os e negros/as. Entretanto, negros e negras continuam subalternizados em relação aos brancos, em inúmeros contextos sociais. Ou seja, o conhecimento científico moderno hegemônico tem um limite interno na resolução dessa contradição.

A própria prática da ciência é racista e machista, já que é majoritariamente vinculada a homens brancos (Grosfoguel, 2016).

O conhecimento científico não produz as condições que ensejam a superação do racismo enraizado na nossa sociedade, muito pelo contrário: ele produz e reproduz práticas racistas, ainda que se sustente com importantes contribuições de representantes de diferentes etnias.

No caso da superação das contradições vinculadas ao racismo, devem ser evidenciados os estudos étnico-raciais que resgatam e valorizam as contribuições dos homens e mulheres negras ao longo da história. Esses conhecimentos, muitas vezes silenciados, certamente são mais eficazes na luta antirracista do que a Ciência moderna e podem contribuir para o desenvolvimento de uma Ciência contra-hegemônica. Neste ponto, encontramos o questionamento de Nilma Lino Gomes, na obra *O movimento Negro Educador*.

Para que os saberes construídos pela comunidade negra e sistematizado pelo Movimento Negro ocupem um lugar na escola e na produção do conhecimento bastaria somente uma mudança na estrutura do currículo e nas políticas educacionais? Ou no investimento em ciência e tecnologia? Portanto, uma intervenção reformista nos bastaria? Ou precisaríamos ser mais radicais e elaborar uma proposta que rompa com a estrutura secular da escola, da universidade e da ciência que temos? (Gomes, 2017, p. 53)

Teorizar biologicamente que não há raças humanas não é suficiente. Kilomba (2019) defende a necessidade de irmos além, de maneira a oportunizar a reinvenção dos modos de vida, possibilitando que o povo negro, historicamente objetificado pelo eurocentrismo, tenha sua humanidade integralmente garantida para traçar as trajetórias que quiser.

Portanto, a ciência falha na luta antirracista. Conhecimentos alternativos à ciência moderna, produzidos por grupos não-europeus, são categorizados como tradicionais, místicos, rudimentares e, portanto, incapazes de contribuir com a humanidade. Já a ciência moderna hegemônica é credenciada como único conhecimento válido da modernidade e, em oposição às

outras formas de conhecimento, tem status de rigorosa, sofisticada, neutra, salvadora e, portanto, verdadeira (Gomes, 2017).

Vale ressaltar que as produções científicas não são neutras e historicamente estiveram a serviço dos grupos dominantes. A ciência moderna que hoje aponta a não existência de raças humanas já se utilizou do prestígio social para justificar a escravização de negros e negras. Cassiani (2018) faz a denúncia sobre filósofos clássicos, como Kant e Hume, que se valiam da posição de destaque social e científico para afirmar a superioridade dos povos europeus em relação aos demais seres humanos. Kant, filósofo de origem prussiana, explicitou seu posicionamento racista em passagens da obra intitulada “Observações Sobre o Sentimento do Belo e do Sublime”:

A propósito, o padre Labat conta que um carpinteiro negro, a quem ele censurara o comportamento arrogante para com a mulher, lhe respondeu: "Vocês brancos são verdadeiros estultos, pois primeiro concedem muito a suas mulheres, e depois se queixam, quando elas os infernizam". É bem possível haver, nessas palavras, algo que deva ser levado em conta; só que, para ser breve, esse sujeito era preto da cabeça aos pés, argumento suficiente para considerar irrelevante o que disse (Kant, 2012, p.71).

Os negros da África não possuem, por natureza, nenhum sentimento que se eleve acima do ridículo (...) não se encontrou um único sequer que apresentasse algo grandioso na arte ou na ciência, ou em qualquer outra aptidão; já entre brancos, constantemente arrojam-se aqueles que, saídos da plebe mais baixa, adquirem no mundo certo prestígio, por força de dons excelentes. Tão essencial é a diferença entre essas duas raças humanas, que parece ser tão grande em relação às capacidades mentais quanto à diferença de cores. (...). Os negros são muito vaidosos, mas à sua própria maneira, e tão matraqueadores, que se deve dispersá-los a pauladas (Kant, 2012, p.69)

Em outra obra, intitulada “Das diferentes Raças Humanas”, publicada em 1775, Kant defendia que

O crescimento das partes esponjosas do corpo teve de aumentar no clima quente e úmido; por isso, um volumoso nariz arrebicado e lábios grossos. A pele teve de se tornar oleosa, não apenas a fim de mitigar a forte transpiração, mas para evitar a nociva aspiração da umidade putrefata do

ar. A abundância de partículas de ferro, que comumente são encontradas em qualquer sangue humano e aqui é diminuída na substância celular através da transpiração de ácidos fosfóricos (razão pela qual todos os Negros fedem), causa a pretidão que transparece na epiderme, e o forte teor de ferro no sangue também parece ser necessário para prevenir a debilidade de todas as partes. O óleo da pele, que enfraquece a mucosidade alimentar indispensável para o crescimento dos cabelos, quase não permite a procriação de uma pelugem para cobrir a cabeça. Aliás, o calor úmido é favorecedor do forte crescimento dos animais em geral, e breve, surge o Negro, que está bem adaptado ao seu clima, a saber, é forte, corpulento, ágil; mas, que, ao abrigo do rico suprimento alimentar da sua terra natal, [também] é indolente, mole e desocupado (Kant, 2011, p. 20-21).

Com destaque para a última citação de Kant, é possível perceber a vasta articulação de parâmetros com caráter científicos para fundamentar o racismo. Meneses (2010) explica que teorias científicas associaram a suposta inferioridade dos negros ao calor típico das regiões tropicais, o que acarretaria características relacionadas à sensualidade, à exaustão e à decadência desses sujeitos. Segundo a autora, *através do racismo, obteve-se a justificação científica da hierarquia das raças, para o que foram mobilizados tanto as ciências sociais como a antropologia física, a biologia, etc* (Meneses, 2010, p.60).

Ao analisar as relações entre as Ciências Naturais e o conceito de raças humanas, Verrangia e Silva (2010) pontuam que Lineus (o mesmo citado quando nos referimos às classificações botânicas) foi o cientista responsável pela elaboração de uma das primeiras teorias raciais sobre seres humanos. Assim como Kant, Lineus viveu no século XVIII. Sua teoria categorizou os humanos em cinco raças distintas: *Homo sapiens europeus*, *Homo sapiens africanus*, *Homo sapiens asiaticus*, *Homo sapiens americanus* e *Homo sapiens monstruosus*. Lineus atribuiu características a cada uma dessas raças (Silveira, 1999). Enquanto o europeu era belo, sanguíneo, musculoso, coberto com vestuário e governado por leis, os africanos eram entendidos como pretos, flegmáticos, relaxados, que se untam com gorduras e governados por caprichos (Verrangia, 2009, p.252).

Ao falar sobre a fundação do racismo científico, Galeano (2020) destaca a obra do zoólogo Johann Friedrich Blumenbach, que defendeu a superioridade dos brancos da região de Cáucaso (deriva daí a origem do termo *raça caucasiana*). Blumenbach reuniu 245 crânios e, a partir da análise das peças, fundamentou a suposta superioridade dos indivíduos europeus em relação aos demais humanos. Foi feita a divisão da humanidade em uma pirâmide com cinco andares. Sobre a pirâmide de Blumenbach, Galeano pontua: *no alto os brancos. A pureza original havia sido arruinada, andares abaixo pelas raças de pele suja (...) deformados por fora e por dentro, ficavam os negros africanos. A ciência sempre situava os negros no porão* (Galeano, 2020, p.43).

Já no século XX, o inglês Francis Galton, “pai” das teorias eugenistas (Stepan, 2005), argumentou que

As aptidões naturais de um homem são derivadas por hereditariedade (...) Consequentemente, assim como é fácil (...) obter por meio de cuidadosa seleção natural uma raça de cães ou cavalos dotada de capacidade peculiar para correr, ou de qualquer outra capacidade específica, seria também perfeitamente possível reproduzir uma raça de homens altamente dotada promovendo casamentos criteriosos ao longo de várias gerações consecutivas (Galton, 1869, p.1 *apud* Stepan, 2005, p.31).

Sob a égide desse argumento, no início do século XX, surgiram movimentos sociais eugenistas em vários países europeus e nos Estados Unidos, que requeriam a formulação de leis para o controle social, de maneira a favorecer a reprodução dos indivíduos considerados superiores e dificultar esse processo naqueles que eram julgados inferiores (como pobres, pessoas com deficiência, homossexuais e negros). Em 1930, o eugenista britânico declarou no livro “A sobrevivência dos inadequados” que “há três métodos para a redução da perigosa fertilidade dos inadequados: a câmara de morte, a segregação e a esterilização” (Stepan, 2005).

Considerando o esse argumento, há registros da ocorrência de esterilização compulsória na Europa (Suíça, Dinamarca e na Alemanha nazista) e nos Estados Unidos, onde ocorreram cerca de

setenta mil indivíduos foram esterilizados entre o ano de 1907 e a 2ª Guerra Mundial. Já na Alemanha nazista, além dos milhões de judeus assassinados em câmaras de gás, as cortes especiais de saúde genética ordenaram e supervisionaram a esterilização compulsória de cerca de 1% da população (Stepan, 2005).

Em relação ao contexto brasileiro, no começo do século XX, a preocupação da elite (branca) com a composição racial da sociedade encontrou soluções na teoria eugenista. O médico e farmacêutico paulista Renato Kehl criou em 1918 a Sociedade Eugênica de São Paulo, que contava com a participação de outros médicos. Visando o branqueamento das futuras gerações brasileiras, os eugenistas atuaram, por exemplo, na aprovação de leis imigratórias que favoreciam a chegada de indivíduos considerados superiores (brancos). Nessa perspectiva, os eugenistas esperavam que a hipótese do antropólogo racista Nina Rodrigues fracassasse, ou seja, que o futuro do Brasil não fosse *eticamente negro* (Muñoz, 2018; Stepan, 2005).

A partir das repudiáveis ideias de Kant, Lineus e Galton, é possível perceber que a ciência tem cunho racista não só na prática (quantas e quantos cientistas negros já receberam o prêmio Nobel das áreas científicas? Qual a porcentagem de pesquisadores e pesquisadoras negras nos centros de pesquisa ao redor do mundo?), mas também no seu conteúdo. Os cientistas citados anteriormente são apenas alguns dos exemplos da articulação científica na sustentação do racismo.

O dualismo funcional entre branco e negro, homem e mulher, proprietário e proletário, avançado e selvagem, racional e irracional, sofisticado e primitivo continua pautando humanidade no que é eurocêntrico e não-humanidade no que está externo às localidades ditas como *desenvolvidas*. Todo esse cenário tem como fundamentação a ciência moderna hegemônica, que se impôs universal, ao apagar, violentar e silenciar sujeitos e conhecimentos externos aos limites eurocêntricos.

O autor brasileiro Abdias Nascimento pontua uma importante reflexão sobre o papel da ciência na luta do povo negro contra as estruturas opressoras:

O negro já compreendeu que terá de derrotar todas as componentes do sistema ou estrutura vigente, inclusive a sua *Intelligentsia* responsável pela cobertura ideológica da opressão através da teorização “científica” seja de sua inferioridade biossocial, da miscigenação sutilmente compulsória ou do mito “democracia racial”. Essa *Intelligentsia*, aliada à mentores europeus e norte-americanos, fabricou uma “ciência” histórica ou humana que ajudou na desumanização dos africanos e de seus descendentes para servir aos interesses dos opressores eurocentristas. (...) Como poderiam as ciências humanas, históricas – etnologia, economia, história, antropologia, sociologia, psicologia e outras –, nascidas, cultivadas e definidas para povos e contextos socioeconômicos diferentes, prestar útil e eficaz colaboração ao conhecimento do negro a cerca de sua realidade existencial, de seus problemas, aspirações e projetos? Seria a ciência social elaborada na Europa ou nos Estados Unidos tão universal em sua aplicação? Os povos negros conhecem na própria carne a falaciosidade do universalismo e da isenção dessa “ciência” (Nascimento, 2019, p.287).

Estendemos a crítica de Nascimento para o desenvolvimento das outras áreas da ciência e da tecnologia, que se estabeleceram como um modo de conhecimento que dava conta das necessidades cognitivas do capitalismo (Quijano, 2010, p.85). Isto é, a ciência moderna nasceu como um conhecimento que, em vez de emancipar os sujeitos e promover uma relação mais harmônica com a natureza, servia aos interesses de controle, exploração e reificação dos sujeitos e da natureza com o objetivo de manutenção e aprofundamento dos privilégios gozados pela elite dominante (Dussel, 2000; Meneses, 2010).

Pode-se questionar se é papel da ECT abordar o racismo que está na raiz e na estrutura da ciência moderna e da nossa sociedade. Porventura, alguns professores de ciências consideram que isso é papel das ditas “humanidades”. Entretanto, fazemos o seguinte questionamento: considerando que mais de 70% dos jovens assassinados no Brasil são negros (Waiselfisz, 2013), como promover a educação escolar sem enfrentar o racismo? Quais sentidos de

cidadania são possíveis ao fecharmos os olhos para o genocídio dos jovens negros no Brasil?

Outros conhecimentos importantes, muitas vezes silenciados, podem/devem ser incorporados ao ensino de ciências. Esses conhecimentos, associados à Ciência moderna (em perspectivas contra-hegemônicas) podem instrumentalizar os estudantes para o exercício de uma cidadania transformadora e emancipatória. Boaventura de Sousa Santos e Maria Paula Meneses (2010) nomeiam esses conhecimentos de *Epistemologias do Sul* e os definem como um conjunto de práticas cognitivas desenvolvidas a partir das experiências dos grupos sociais que têm sofrido de maneira sistemática as injustiças do capitalismo, do colonialismo e do patriarcado (Santos; Meneses, 2010).

As localidades em que se encontram esses grupos sistematicamente silenciados são denominadas *Sul Global* e, segundo Santos (2010), nesses lugares atuam a lógica de Apropriação (dos recursos naturais, dos conhecimentos tradicionais) e de Violência (física, material, cultural e humana). Já as localidades em que estão presentes os grupos dominantes são denominadas *Norte Global*, onde impera o paradigma da Regulação (controle social, ordem) e Emancipação (inclusão, distribuição de riquezas, conquista de direitos).

Conforme representado pelo esquema da Figura 1 e de acordo com Santos (2010), o Norte Global detém o domínio epistemológico e jurídico, enquanto no Sul Global ocorre o desperdício de experiências. Enquanto o Norte Global goza dos direitos humanos e pauta leis para emancipar e regular os direitos dos sujeitos entendidos como civilizados, no Sul Global não há mecanismos de garantia do exercício da humanidade dos sujeitos, se constituindo em terras sem lei. Esse quadro social aprofunda as desigualdades, ao passo em que fortalece o Norte Global a partir da exploração do Sul, produzindo uma linha abissal que separa essas localidades e invisibiliza o Sul Global.

Figura 1: A Linha abissal

NORTE	DOMÍNIO EPSITEMOLÓGICO E JURÍDICO:
	- Ciência (Verdadeira) x Teologia e Filosofia (Falso);
	- Direitos Humanos, Legal e ilegal;
	- Sujeitos inteligíveis, civilizados, visíveis (ápice da evolução);
	- Regulação e Emancipação.
<hr/>	
SUL	EXPERIÊNCIAS DESPERDIÇADAS E INVISÍVEIS:
	- Crenças e comportamentos incompreensíveis (conhecimentos populares, leigos, plebeus, camponeses, ou indígenas);
	- Terra sem lei;
	- Negação da natureza humana/ sujeitos sub-humanos.
	- Apropriação e Violência;

Fonte: Bianchetti (2022)

É importante ressaltar que Sul e Norte globais não correspondem aos hemisférios geográficos e sim aos países conhecidos como “desenvolvidos” ou “de primeiro mundo” (Norte Global) e “em desenvolvimento” ou “de terceiro mundo” (Sul Global). Eles são separados por uma Linha Abissal, imaginária, que impossibilita a copresença dos dois hemisférios, silenciando sempre o Sul Global (Gomes, 2017; Santos, 2011).

Said (2007) antecede a denúncia feita por Santos quando aborda, em 1978, o desenvolvimento do que chama de Orientalismo, um modo de abordar o oriente a partir da experiência ocidental europeia. Segundo o autor, a abordagem da Europa sobre o oriente acaba se tornando hegemônica com base na ideia de uma identidade europeia superior a todos os povos e culturas não europeus (Said, 2007, p.34). Para sustentar sua hipótese, Said (2007) cita um fragmento do livro *Egito Moderno*, escrito em 1908 por Cromer, cônsul general do império inglês no Egito.

O europeu é um bom raciocinador, suas afirmações factuais não possuem nenhuma ambiguidade; ele é um lógico natural, mesmo que não tenha estudado lógica; é por natureza cético e requer provas antes de aceitar a verdade de qualquer proposição; sua inteligência treinada funciona como um mecanismo. A mente do oriental, por outro lado, como as suas ruas pitorescas, é eminentemente carente de simetria. Seu raciocínio é dos mais descuidados (...) São muitas vezes incapazes de tirar as conclusões mais

óbvias de quaisquer premissas simples, das quais talvez admitam a verdade (Cromer, 1908 apud Said, 2007, p.71)

Em consequência do desenvolvimento e disseminação das visões eurocêntricas sobre o outro, a Europa, representada pelos seus intelectuais e cientistas, produziu vastas representações estereotipadas e desumanizadoras sobre os não europeus. No caso dos orientais, os estigmas de atrasados e violentos persistem na sociedade contemporânea (Said, 2007).

A tese de Said sobre o Orientalismo reforça o argumento de que, historicamente, a Ciência moderna e hegemônica foi produzida pela e para as elites dominantes do Norte Global, tornando invisíveis ou se apropriando indevidamente de outras formas de conhecimento do Sul Global que pudessem colocar em xeque os modos de dominação da modernidade (capitalismo, colonialismo e patriarcado).

A Figura 2, a seguir, é uma proposta de sistematização da denúncia sobre a existência de uma linha abissal que separa a produção de conhecimento eurocêntrica dos conhecimentos e sujeitos periféricos. Nesse modelo, que visa contemplar a modernidade, a ciência é tida como a apreensão da realidade e, por isso, ambas estão representadas pela mesma forma e cor (círculos azuis), que se entrelaçam e se confundem. Sendo assim, a ciência representa uma leitura fiel e rigorosa da realidade, como se fosse uma fotocópia de fatos inquestionáveis.

A filosofia e a teologia, representadas por círculos vermelhos, figuram no horizonte do Norte Global, entretanto, já não têm validade para ler e interpretar a realidade. Por isso, as formas que representam a filosofia e a teologia aparecem no esquema com uma cor diferente (vermelho) e destacados da realidade. Já os conhecimentos produzidos pelos sujeitos fora dos limites eurocêntricos, representados pelo triângulo, pelo retângulo e pela gota amarela, são silenciados e invalidados pelo capitalismo, pelo colonialismo e pelo patriarcado, produzindo uma linha abissal que separa o Norte Global das localidades periféricas (Sul Global).

Figura 2: A dominação epistemológica do Norte Global



Fonte: Bianchetti (2022)

Na lógica eurocêntrica (Norte Global), a ciência moderna é o único conhecimento válido e corresponde à leitura verdadeira de qualquer realidade. Por corresponder a uma ideia de verdade absoluta, os cânones científicos se tornam inquestionáveis e universais. Sobre a universalidade do conhecimento científico moderno, Grosfoguel (2016) afirma que

A pretensão é que o conhecimento produzido por homens desses cinco países [Itália, França, Inglaterra, Alemanha e os Estados Unidos] tenha o mágico efeito de apresentar uma capacidade universal: suas teorias são supostamente suficientes para explicar as realidades sócio-históricas do restante do mundo. Como resultado, nosso trabalho na universidade ocidentalizada é basicamente reduzido a aprender essas teorias oriundas da experiência e dos problemas de uma região particular do mundo, com suas dimensões espaciais/temporais muito particulares e “aplicá-las” em outras localizações geográficas, mesmo que as experiências espaciais/temporais destas sejam completamente diferentes daquelas citadas anteriormente (Grosfoguel, 2016, p.27)

Com a justificativa de racionalizar e emancipar os sujeitos, a ascensão da ciência moderna no período Iluminista fez com que formas de conhecimento até então valorizadas inclusive nos limites

européus (a filosofia e a teologia) perdessem prestígio. Ainda assim, as únicas formas de conhecimento concebidas pelo eurocentrismo são: a ciência moderna – universal, verdadeira, rigorosa, capaz de apreender a realidade e emancipar os sujeitos – e as desprestigiadas filosofia e teologia (Almeida, 2010; Santos, 2011).

Os conhecimentos produzidos por não europeus – representados na Figura 2 pela forma de gota, triângulo e quadrilátero, sequer estão no horizonte do eurocentrismo. O colonialismo, somado ao capitalismo e ao patriarcado, todos sustentados por uma ideologia supremacista do homem branco europeu, silencia os sujeitos não europeus e todas as outras formas de conhecimento produzidas por eles. Eis o epistemicídio⁴, ou seja, o assassinato de conhecimentos não produzidos na lógica da ciência moderna hegemônica (Santos; Meneses, 2010).

Em consonância com a denúncia de Boaventura, Walsh (2012) afirma que a Ciência hegemônica desempenha um papel fundamental na manutenção das estruturas opressoras da sociedade, devido às condições de produção e por impossibilitar que as pessoas proponham explicações autênticas e críticas para a realidade que os cercam. Nesse sentido, se faz necessário o desenvolvimento de novos marcos epistemológicos que rompam com a suposta neutralidade da ciência, de maneira a valorizar saberes socialmente referenciados, historicamente silenciados (Walsh, 2012).

Santos e Meneses (2010) defendem que as contradições do nosso contexto podem ser superadas se outras formas de conhecimento forem utilizadas: as *Epistemologias do Sul*. As articulações entre a diversidade de conhecimentos podem propiciar a emancipação do saber, de maneira a valorizar o conhecimento produzido no contexto do Sul Global. Essa articulação entre saberes é denominada *Ecologia de Saberes*.

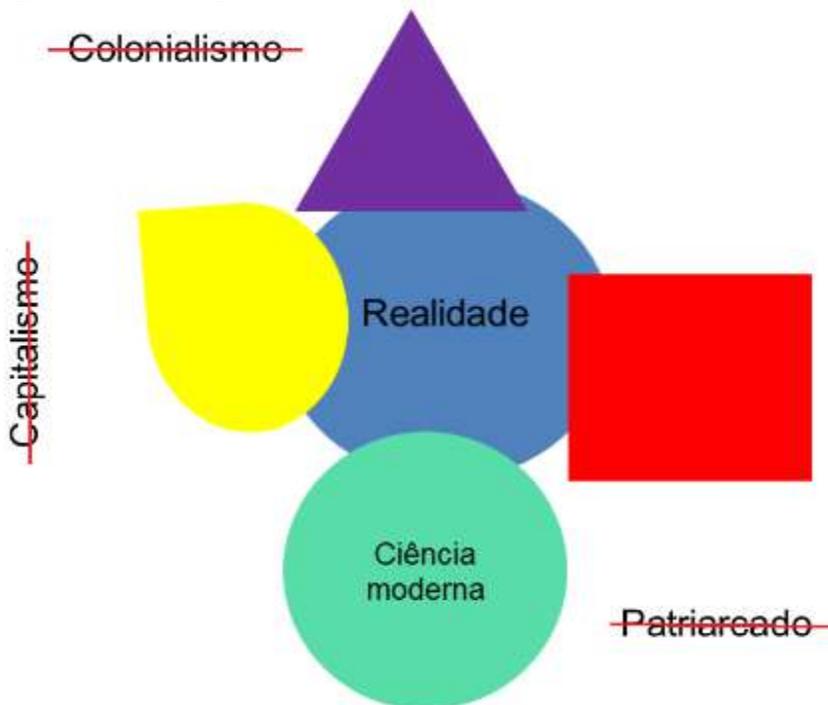
⁴ Ribeiro, Giraldi e Cassiani (2019) nos alertam para autoras negras feministas que também denunciaram o silenciamento de conhecimentos feito pela matriz colonial do poder, como bell hooks, Djamilia Ribeiro, Sueli Carneiro e Patrícia Hill Collins.

Entretanto, para realizar uma Ecologia de Saberes, é preciso identificar quais conhecimentos foram historicamente silenciados pelo Norte Global. Para isso, Boaventura propõe uma *Sociologia das Ausências*, que consiste justamente em identificar esses conhecimentos. Uma vez identificados, é necessário que se façam visíveis. A esse processo - de dar visibilidade aos conhecimentos até então silenciados - Boaventura dá o nome de *Sociologia das Emergências* (Santos, 2011).

A Figura 3 representa o anúncio de superação do modelo eurocêntrico a partir do rompimento da linha abissal. Nesse modelo, a Ciência Moderna é apenas uma das várias formas de conhecimento necessárias à compreensão e atuação dos sujeitos na sociedade. Entretanto, o rompimento da linha abissal entre Norte e Sul Globais só pode se dar a partir da valorização das formas de conhecimentos próprias do contexto historicamente entendido como periférico (conhecimentos representados na figura pelas formas de gota, triângulo e quadrilátero). A articulação desses saberes pode produzir uma nova forma de ser, de viver, de se relacionar com a sociedade e com a natureza, libertando os sujeitos das estruturas opressoras, como o colonialismo/racismo, o patriarcado e o capitalismo.

Na Figura 3, a ciência já não aparece com a mesma cor da realidade, uma vez que não corresponde a apreensão da totalidade da realidade, surgindo como uma interpretação dela. As outras formas de conhecimento, representadas pelas formas de triângulo, gota e retângulo, são articuladas junto à ciência moderna para dar conta de realizar diagnósticos e prognósticos da realidade. Acreditamos que esse movimento de valorização das outras formas de conhecimento pode ocorrer a partir da superação do racismo, do capitalismo e do patriarcado que sustentam as estruturas opressoras na nossa sociedade.

Figura 3: A Ecologia de saberes como anúncio da decolonialidade



Fonte: Bianchetti (2022)

Assumindo esse pensamento, fazemos a defesa de que a ECT seja libertadora. De fato, a Ciência moderna pode contribuir para a libertação dos sujeitos, quando abordada em perspectiva contra-hegemônica. Para isso, é necessário: que se reconheça os seus limites internos na resolução dos problemas contemporâneos; e que outras formas de conhecimento sejam valorizadas e articuladas na resolução desses problemas, construindo uma *Ecologia de Saberes* (Santos, 2011). Além disso, é necessário que sejam explicitadas as benesses e as mazelas que a produção e a articulação do conhecimento científico causam, de maneira a romper com a falácia da neutralidade científica.

Considerações Finais

Ainda que tenhamos os pressupostos anteriores em mente, o grande desafio para nós, professores e pesquisadores da área de Educação Científica e Tecnológica é implementar práticas decoloniais críticas na ECT, contribuindo para uma formação emancipatória dos nossos estudantes.

Freire, em *Pedagogia do Oprimido*, lançado em 1968, dizia que os opressores pretendem transformar a mentalidade dos oprimidos para que eles se adaptem à situação e não a modifiquem. No sistema opressor, qualquer ação que pretenda potencializar o pensar autêntico dos cidadãos é vetada por mecanismos reacionários e conservadores, a fim de manter a estrutura social. Diante disso, cabe nos apropriarmos das ideias de um dos principais educadores do mundo, Paulo Freire, que, não por acaso, tem sido atacado e censurado por conservadores e pela elite brasileira.

Com este capítulo, buscamos favorecer uma formação cidadã escolar **crítica**, fornecendo instrumentos para a realização de denúncias (diagnósticos) e anúncios (prognósticos) (Nobre, 2005). Ademais, no contexto brasileiro, defendemos que a formação cidadã seja em perspectiva **decolonial**, em oposição a todas as formas de desumanização, sobretudo o racismo, o machismo e a exploração da força de trabalho. Em outras palavras, defendemos que a ECT oportunize aos estudantes: (i) a realização de denúncias das contradições típicas do Sul Global, marcadas por relações de colonialidade (racismo, patriarcado e capitalismo); e (ii) a proposição de anúncios, culminando em práxis inovadoras e alternativas para a superação dessas contradições.

Já elencamos nossa hipótese de que o conhecimento científico hegemônico não dá conta de instrumentalizar esse processo. Em trabalhos anteriores (Bianchetti et al., 2021; Bianchetti, 2022), acompanhamos a experiência do coletivo Aprendiz de Griô que se aproximou de grupos comprometidos com a transformação social e avaliamos, entre outras questões, como o conhecimento científico pode ser articulado no processo de emancipação/ libertação dos

sujeitos subalternizados. A partir dessa análise propomos alguns elementos de ressignificação da ECT (para além do que apresentamos aqui). Para além disso, nos capítulos seguintes, podem ser estabelecidas outras reflexões e ações essenciais para construirmos uma Educação CTS a partir do Sul Global.

Referências

ALMEIDA, M. DA C. DE. **Complexidade, saberes científicos, saberes da tradição**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2010.

AKOTIRENE, C. **Interseccionalidade**. São Paulo: Pólen, 2019.

BALLESTRIN, L. América Latina e o giro decolonial. **Revista Brasileira de Ciência Política**, n. 11, p. 89–117, 2013.

BIANCHETTI, V. **Formação Cidadã Decolonial Crítica**: uma proposta socialmente referenciada para a Educação Científica e Tecnológica. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2022.

BIANCHETTI, V.; CASSIANI, S. Educação CTS a partir do Sul Global: proposições para uma formação cidadã decolonial crítica na educação em ciências. **Revista Agustina de Educación**, [S. l.], v. 3, n. 1, 2024. DOI: 10.71727/rae.v3i1.172. Disponível em: <https://revistas.unsa.edu.pe/index.php/rae/article/view/149-165>. Acesso em: 23 mar. 2025.

BIANCHETTI, V.; CASSIANI, S. Ensino de ciências em perspectiva emancipatória. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 6, n. 4, p. 81–90, 2020.

BIANCHETTI, V.. *et al.* Aprendizes de griô: Pesquisa e divulgação da produção científica e tecnológica africana. **ABATIRÁ - Revista de Ciências Humanas e Linguagens**, v. 2, n. 3, p. 242–259, 2021.

BIANCHETTI, V.; VON LINSINGEN, I.; CASSIANI, S. Formação cidadã na educação científica e tecnológica: olhares críticos e decoloniais para as abordagens CTS. **Educação e Fronteiras**, v. 9, n. 25, p. 71–91, 2019.

CARNAÚBA, M. É. C. Sobre a distinção entre teoria tradicional e teoria crítica em Max Horkheimer. **Kínesis**, v. II, p. 195–194, 2010.

CARVALHO, I. V. DE; MONTEIRO, B. A. P.; COSTA, F. A. G. DA. A lei 10.639/03 no ensino de ciências: uma proposta decolonial para o currículo de Química. **Revista Exitus**, v. 9, n. 5, p. 47, 2019

CASSIANI, S. Pode o ensino de ciências e biologia contribuir para a justiça social? Entre Colonialidades e Pedagogias Decoloniais. In: CHAVES, S. N. et al. (Eds.). **Vidas que Ensinam o Ensino da Vida**. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2020. p. 292.

CASSIANI, S. *et al.* Negacionismo científico e crítica à Ciência: interrogações decoloniais. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 28, 2022.

DUSSEL, E. Europa, modernidade e eurocentrismo. In: LANDER, E. (Ed.). **A colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais**, p. 24–32, 2000.

ESCOBAR, A. Mundos y conocimientos de otro modo: El programa de investigación de modernidad/colonialidad latinoamericano. **Tabula Rasa**, v. 1, p. 51–86, 2003.

FANON, F. **Pele negra, máscaras brancas**. Salvador: EDUFBA, 2008.

FRANCISCO JUNIOR, W. E. Educação antirracista: reflexões e contribuições possíveis do ensino de ciências e de alguns pensadores. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 14, n. 3, p. 397–416, 2008.

FREIRE, P. Denúncia, Anúncio, Profecia, Utopia e Sonho. In: **O livro da profecia: o Brasil no terceiro milênio**, p. 670–686, 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 54. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade.** 44. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia da Esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido.** 17. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2011b.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido.** 50. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011a.

GALANTE, L. **Investigação etnobotânica entre os Guarani Mbya de Tekoa Pyau.** [s.l.] Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2011.

GALEANO, E. **Espelhos: uma história quase universal.** 1. ed. Porto Alegre: L&PM, 2020.

GOMES, N. L. **O Movimento Negro Educador.** 1. ed. Belo Horizonte: Vozes, 2017.

GROSGUÉL, R. Para descolonizar os estudos de economia e os estudos pós-coloniais: transmodernidade, pensamento de fronteira e colonialidade global. In: SANTOS, B. DE S.; MENESES, M. P. (Eds.). **Epistemologia do Sul.** 2010. p. 455–491.

GROSGUÉL, R. A estrutura do conhecimento nas universidades ocidentalizadas: Racismo/sexismo epistêmico e os quatro genocídios/epistemicídios do longo século XVI. **Sociedade e Estado**, v. 31, n. 1, p. 25–49, 2016.

KANT, I. Das diferentes raças humanas. **Kant e-Prints**, v. 5, n. 5, p. 10–26, 1 jan. 2011.

KANT, I. **Observações Sobre o Sentimento do Belo e do Sublime: Ensaio Sobre as Doenças Mentais.** [s.l.] Edições 70, 2012.

KILOMBA, G. **Memórias da plantação**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora de Livros Cobogó, 2019.

LEFF, E. **Saber Ambiental**. Sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. 11. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.

LIMA, N. W. *et al.* Educação em Ciências nos Tempos de Pós-Verdade: Reflexões Metafísicas a partir dos Estudos das Ciências de Bruno Latour. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, p. 155–189, 5 maio 2019.

MENESES, M. P. G. Os espaços criados pelas palavras: racismos, etnicidades e o encontro colonial. In: GOMES, N. L. (Ed.). **Um olhar além das fronteiras: educação e relações raciais**. 1. ed. Belo Horizonte: Autentica, 2010. p. 55–76.

MIGNOLO, W. D. COLONIALIDADE O lado mais escuro da modernidade. **RBCS**, v. 32, n. 94, p. 329402, 2017.

MUÑOZ, P. **Clínica, laboratório e eugenia: uma história transnacional das relações Brasil-Alemanha**. 1. ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2018.

NASCIMENTO, A. **O Genocídio Do Negro Brasileiro: Processo de Um Racismo Mascarado**. São Paulo: Perspectiva S.A., 2016.

NASCIMENTO, A. **O Quilombismo**. São Paulo: Perspectiva S/A, 2020.

NOBRE, M. **Teoria Crítica**. 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

PINHEIRO, B. C. S. **O período das artes práticas: a química ancestral africano resumo**. **Revista Debates em Ensino de Química**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://orcid.org/0000-0001-6899>. Acesso em: 30 jul. 2020b.

QUIJANO, A. Bienvivir :entre el desarrollo y la des/colonialidad del poder. In: QUIJANO, A. (Ed.). **Des/colonialidad y bien vivir Un nuevo debate en América Latina**. [s.l.] Universidad Ricardo Palma, 2014. p. 19–34.

QUIJANO, A. Colonialidade do poder e classificação social. In: SANTOS, B. DE S.; MENESES, M. P. (Eds.). **Epistemologias do Sul**. [s.l: s.n.]. p. 84–130, 2010

QUIJANO, A. Colonialidad y modernidad/racionalidad. **Perú Indígena**, v. 13, n. 29, p. 11–20, 1992.

QUIJANO, A. ¡Qué tal raza! **Revista del CESLA**, Universidad de Varsovia, n.1, 2000. Disponível em: <https://www.revistadelcesla.com/index.php/revistadelcesla/article/view/379>. Acesso em: 26 jun. 2022.

ROSA, K.; ALVES-BRITO, A.; PINHEIRO, B. C. S. Pós-verdade para quem? Fatos produzidos por uma ciência racista. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1440–1468, 16 dez. 2020.

SAID, E. W. **Orientalismo: o Oriente como invenção do Ocidente**. 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

SANTOS, B. DE S. **A crítica da razão indolente: contra o desperdício da experiência**. São Paulo: Cortez, 2011.

SANTOS, B. DE S.; MENESES, M. P.; NUNES, J. A. Introdução: Para ampliar o cânone da ciência: a diversidade epistemológica do mundo. In: **Semear outras soluções: os caminhos da biodiversidade e dos conhecimentos rivais**. [s.l: s.n.]. p. 19–101.

SANTOS, B. DE S.; MENESES, M. P. (EDS.). **Epistemologias do Sul**. São Paulo: Cortez, 2010.

SAPEDE, T. C. Sankofa. Revista de História da África e de Estudos da Diáspora Africana Ano VIII, NºXV, agosto/2015. Sankofa. **Revista de História da África e de Estudos da Diáspora Africana**, v. 4, n. 8, p. 56–79, 2011.

SILVA, A. F. G. DA; GOMES, C. G. DE S. Considerações sobre os fundamentos da proposta curricular freireana a partir da racionalidade crítica. In: WATANABE, G. (Ed.). **Educação Científica Freireana na Escola**. 1a. ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019. p. 35–51.

THIENGO, L. C. A pedagogia tecnicista e a educação superior brasileira. **Cadernos UniFOA**, v. 38, p. 59–68, 2018.

SILVA, A. S.; PINHEIRO, B. C. S. Químics negros e negras do século XX e o racismo institucional nas ciências. **Revista Exitus**, v. 9, n. 4, p. 121, 2019.

SILVEIRA, R. Os selvagens e a massa. **Afro-Ásia**, v. 23, n. 2, p. 87–144, 1999.

STADLER, T. D.; KRACHENSKI, N. História, colonialismo, epistemologia: Aimé Césaire, Frantz Fanon e o pensamento decolonial. **Revista estudos Libertários (REL)**, v. 1, 2019.

STEPAN, N. L. **“A Hora da Eugenia”**: raça, gênero e nação na América Latina. 1. ed. Rio de Janeiro: 2005.

VERRANGIA, Douglas. **A educação das relações étnico-raciais no ensino de Ciências**: diálogos possíveis entre Brasil e Estados Unidos. 2009.

VERRANGIA, D.; SILVA, P. B. G. Cidadania, relações étnico-raciais e educação: Desafios e potencialidades do ensino de Ciências. **Educação e Pesquisa**, v. 36, n. 3, p. 705–718, set. 2010.

WASELFISZ, J. J. **Mapa Da Violência 2013**. Homicídios e Juventude no Brasil. Rio de Janeiro: FLACSO Brasil, 2013.

WALSH, C. Interculturalidad crítica/pedagogia de-colonial. **Revista de Educação Técnica e Tecnológica**, 2012.

Capítulo 2

Silêncios que significam, possibilidades que emergem: a discussão étnico-racial na Educação CTS brasileira

Tatiana Galieta

Introdução

O conjunto de pesquisas brasileiras que vem sendo construído desde o final da década de 1990 e que tem como base teórica referências do campo Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), especificamente voltado à educação científica e tecnológica, tem sido denominado de Educação CTS. Inicialmente, pesquisadoras/es brasileiras/os apoiaram-se em autores internacionais (tais como: Solomon, 1993; Aikenhead, 1994; Acevedo Díaz, 1996; González García; López Cerezo; Lujan López, 1996) que vinham buscando estabelecer os pressupostos de uma educação que rompesse com o ensino tradicional e formasse estudantes com capacidade de análise crítica a respeito de assuntos científicos e tecnológicos presentes na sociedade contemporânea (Chispino et al., 2013; Böck et al., 2022). Concomitantemente, esse processo se deu em interlocução com a literatura nacional, sobretudo no diálogo com a filosofia educacional de Paulo Freire desdobrando-se nos estudos sobre alfabetização/letramento científica/o e em abordagens temáticas (Santos, 2009).

É importante ressaltar que, no Brasil, o movimento CTS – para além do âmbito educacional – insere-se no contexto do Pensamento Latino-americano sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS) que teve início ainda na década de 1960 e seus atores

compartilhavam preocupações de ordem política e defendiam o caráter social da ciência e da tecnologia. Além disso, propunham políticas públicas a partir de reflexões sobre o processo de transferência tecnológica como um fenômeno de dependência nos países periféricos (Vaccarezza, 1998; Kreimer et al., 2014). Abro esse parêntese para indicar que o CTS brasileiro emerge com forte compromisso político e militante, algo que também esteve presente em sua vertente educacional quando filia-se, em particular, à filosofia Freireana que tem em seu cerne a opressão, a conscientização e a transformação social (Freire, 1987). De fato, vários dos atores do PACTS, incluindo os brasileiros, tinham como base o pensamento marxista e, por sua vez, realizavam análises com foco na luta de classes, muitas das vezes negando a incorporação das categorias de raça e sexo (Gonzalez, 1984).

Com o avançar dos anos, e a consolidação da Educação CTS brasileira, construímos uma produção acadêmica nesse campo e temos utilizado diversos textos como base teórica dos estudos na área da educação científica e tecnológica. A questão que trago e procuro responder neste manuscrito é: *o campo da Educação CTS tem considerado a questão étnico-racial?* Em busca de possíveis respostas, organizo meu texto em duas partes que se pretendem constituir em denúncia e anúncio¹ (Freire, 1997): na primeira, analiso as principais referências da Educação CTS brasileira em busca da identificação da discussão étnico-racial; na segunda, apresento referências recentes do campo que emergem como possibilidades importantes para a inclusão do debate étnico-racial na educação científica e tecnológica.

¹ Segundo Freire (1997, p. 672): “[...] ao repensar nos dados concretos da realidade, sendo vivida, o pensamento profético, que também é utópico, implica a *denúncia* de como estamos vivendo e o *anúncio* de como poderíamos viver. É um pensamento esperançoso, por isso mesmo. É neste sentido que, como o entendo, o pensamento profético não apenas fala do que pode vir, mas, falando de como está sendo a realidade, *denunciando-a, anuncia* um mundo melhor. [...] Reinsisto não ser possível *anúncio* sem *denúncia* e ambos sem o ensaio de uma certa posição em face do que *está* ou *vem sendo* o ser humano. [...]” (grifos do autor).

Os procedimentos metodológicos adotados em cada uma das partes são explicados no início de cada uma das seções.

Análise dos cânones: denunciando os silêncios

A produção científica no campo da Educação CTS brasileira se faz vasta e como forma de delimitar as principais referências que têm sido utilizadas nessas pesquisas consultei as publicações do Grupo de Pesquisa CTS e Educação do CEFET-RJ, liderado pelo Prof. Dr. Alvaro Chrispino. Selecionei quatro artigos (Chrispino et al., 2013; Toledo; Bittencourt; Chrispino, 2016; Böck et al., 2022) dos quais foram extraídas as referências mais frequentes em dissertações, teses e periódicos. Como meu foco neste texto consiste em analisar o CTS brasileiro, restringi-me aos autores nacionais desse campo que figuraram entre os resultados dos quatro artigos. Também somente foram incluídas publicações no formato de artigos publicados em periódicos. Com isso, cheguei a nove artigos cuja autoria e ano de publicação estão expostos no Quadro 1. Nota-se que as publicações mais referenciadas datam na primeira década dos anos 2000. Ao total, são oito autores, sendo duas mulheres e seis homens, sendo a maioria pessoas brancas.

Quadro 1: Artigos de autores do campo de Educação CTS mais referenciados na área.

Título	Autoria	Ano
Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência- Tecnologia- Sociedade) no contexto da educação brasileira	Wildson Luiz P. dos Santos e Eduardo Mortimer	2000
Alfabetização científico-tecnológica para quê?	Décio Auler e Demétrio Delizoicov	2001
Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências	Wildson Luiz P. dos Santos e Eduardo Mortimer	2001

Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro	Décio Auler e Walter Bazzo	2001
Ciência-tecnologia-sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências	Décio Auler e Demétrio Delizoicov	2006
Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio	Nilceia Aparecida M. Pinheiro, Rosemari M. C. F. Silveira e Walter Bazzo	2007
Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica	Wildson Luiz P. dos Santos	2007
Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina	Irlan von Linsingen	2007
Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS	Wildson Luiz P. dos Santos	2008

Fonte: Elaborado pela autora (2024) a partir de Chrispino et al., 2013; Toledo; Bittencourt; Chrispino, 2016; Böck et al., 2022.

Posteriormente, realizei uma busca dos descritores *raça*, *racismo*, *etnia*, *étnico-racial* (ou *étnicorracial*) nos textos. Encontrei apenas um registro, transcrito abaixo:

Mais do que desenvolver uma discussão sobre como novas tecnologias poderia substituir a tecnologia manual do local, em um modelo de imposição tecnológica que pode estar embutido em uma proposta de CTS, as discussões desenvolvidas por Delizoicov avançaram na compreensão do processo de exploração a que os africanos foram submetidos pelos europeus.

Assim Delizoicov (1991) introduziu questões como a de ainda naquela época para algumas etnias da Guiné a idéia de acumulação ser inexistente. A partir dessa idéia, Delizoicov (1991) levantou um debate com seus estudantes [...] (Santos, 2008, p. 123, grifo meu).

Ou seja, a única vez em que a palavra “etnias” é citada, aparece no contexto de um exemplo que menciona a relação entre europeus e africanos (guineenses) a partir de uma referência à tese de doutorado do Prof. Demétrio Delizoicov.

Após a leitura de todos os artigos, localizei no texto de Auler e Bazzo (2001) considerações sobre aspectos históricos do Brasil colônia, passando pelo processo de industrialização brasileira e focando na ausência de uma política de pesquisa e desenvolvimento e de um projeto político nacional, sobretudo que superasse o modelo de transferência tecnológica. Nessa passagem, os autores destacam características da nossa sociedade:

Na análise desses autores [Houaiss e Amaral (1995)], sem povo e sem opinião pública, em um país formado predominantemente por negros importados/escravizados e índios massacrados, iletrados, fizemos a independência, nos livramos da escravidão negra legal, nos livramos da monarquia e implantamos uma república federativa e presidencialista. [...] Ainda nessa análise, “o autoritarismo tem sido a regra, a ditadura, a norma; a exceção é a ‘democracia’. E que democracia? A estranha democracia de massas sem povo”. Historicamente, somos uma sociedade onde predominou o latifúndio, a monocultura, o escravismo (Auler; Bazzo, 2001, p. 7-8, grifos meus).

Entretanto, na maioria dos artigos listados no Quadro 1, o silêncio sobre questões étnico-raciais se faz presente, o que poderia suscitar algumas perguntas, tais como: Que sociedade é essa que está sendo considerada e compondo o acrônimo CTS? Uma sociedade com hegemonia branca, pautada no mito da democracia racial², que ignora os conflitos entre raças/etnias no Brasil? Quais

² De acordo com Abdias do Nascimento (2016, p. 48), a democracia racial “supostamente refletiria determinada relação concreta na dinâmica da sociedade brasileira: que pretos e brancos convivem harmoniosamente, desfrutando iguais

contradições da sociedade (brasileira?) estão sendo consideradas quando exploradas as relações entre ciência e tecnologia? Trata-se de uma sociedade genérica, de uma sociedade brasileira supostamente igualitária racialmente ou da real sociedade brasileira racista? Não pretendo dar conta de responder essas questões neste espaço, porém, faço um movimento de aproximação dos nove artigos em busca de pistas que possam iniciar uma discussão sobre elas. Para tanto, busquei pontos comuns nesses textos nos quais estão presentes sentidos relacionados ao “social” e à “sociedade”, comentando-os a seguir brevemente.

1. *Crítica à suposta neutralidade da ciência e tecnologia e aos mitos relacionados às duas instâncias.* Os mitos aparecem, pela primeira vez, no artigo de Auler e Delizoicov (2001) e, a partir daí, passam a ser amplamente abordados na literatura nacional de Educação CTS. Segundo esses autores, os mitos baseiam-se em “construções subjacentes à produção do conhecimento científico e tecnológico [...], vinculadas a uma concepção que atribui neutralidade a CT” e que “expressam [...] idéias pouco consistentes sobre a atividade científico-tecnológica” (Auler; Delizoicov, 2001, p. 123). Eles examinam três mitos, em particular, são eles: a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia e o determinismo tecnológico. Auler e Delizoicov (2001; 2006), Santos e Mortimer (2001), Auler e Bazzo (2001), Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), Santos (2007) discutem como o modelo de decisões tecnocráticas, que atribui a solução de *problemas sociais* por experts, e a perspectiva salvacionista atribuída à ciência e à tecnologia têm impactado a sociedade, sobretudo o ambiente. No entanto, as alternativas apresentadas pelos autores, para a discussão no ensino de ciências, ainda se encontram dentro de um paradigma moderno-ocidental, excluindo epistemologias outras que propõem relações (entre seres humanos, não humanos e o ambiente) como soluções para tais problemas. Epistemologias

oportunidades de existência, sem nenhuma interferência, nesse jogo de paridade social, das respectivas origens raciais ou étnicas”.

estas produzidas por grupos étnicos e raciais historicamente minorizados e silenciados. Outro elemento importante a ser considerado nesse ponto é a não explicitação da natureza dos “problemas sociais”. Novamente percebe-se uma generalização dos possíveis efeitos desses “problemas” sobre toda a sociedade brasileira.

2. A importância da participação social em tomadas de decisões relacionadas à ciência e à tecnologia. Esse ponto está presente em Auler e Delizoicov (2001; 2006) ao comentarem a superação dos mitos relacionados à C&T e a “necessidade de democratização das decisões em *temas sociais* envolvendo Ciência-Tecnologia” (Auler; Delizoicov, 2006, p. 338, grifo meu). Auler e Bazzo (2001) destacam que nosso país tem um histórico autoritário, sem participação popular e indicam a necessidade de se iniciar uma cultura de participação. Também se apresenta em Pinheiro, Silveira e Bazzo (2006, p. 82) quando concluem que o uso do enfoque CTS “implica capacitar o educando a participar do processo democrático de tomada de decisões”. Santos e Mortimer (2000; 2001) acrescentam que a tomada de decisão, somente possível de ser feita por cidadãos letrados cientificamente, envolve uma *ação social responsável* sobre os *problemas sociais* e ambientais. Santos (2007) enfatiza que a compreensão conceitual dos temas relativos a aspectos sociocientíficos antecede a tomada de decisão em si. A partir dos argumentos expostos pelos autores, convido o/a leitor/a a refletir: Todos, na sociedade brasileira, extremamente desigual, conseguem participar dessas decisões? Seria, de fato, a sociedade brasileira democrática de modo a assegurar o direito a todas/os cidadãs/ãos de participarem dessas decisões? Os conhecimentos científicos e tecnológicos são acessados igualmente por todos os brasileiros? Sabemos que as respostas para essas questões são negativas e, portanto, precisamos aprofundar o debate sobre essa participação social explicitando quem consegue e quem não consegue decidir ou opinar sobre ciência e tecnologia no Brasil e, antes disso, quem (historicamente) tem conseguido acessar e

permanecer nas escolas. Além disso, precisamos questionar o próprio modelo democrático exercido em nosso país.

3. Os impactos na sociedade decorrentes dos avanços e das inovações científicas e tecnológicas. Considerações a esse respeito estão presentes nos artigos de Auler e Delizoicov (2001), Auler e Bazzo (2001) e Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007). Auler e Delizoicov (2001) defendem uma perspectiva ampliada de alfabetização científica e tecnológica em um cenário no qual “cada vez mais, a dinâmica social está relacionada aos avanços no campo científico e tecnológico” (p. 129). Inspirados em Freire, os autores defendem a inclusão de uma compreensão crítica sobre as interações C/T/S como uma dimensão fundamental para a “leitura do mundo” contemporâneo. Sobre esse ponto, Auler e Bazzo (2001), ao tratarem do contexto latino-americano, admitem que a situação social e econômica desses países, em nenhum caso, “será eliminada ou atenuada exclusivamente pela inovação tecnológica” (p. 3). Assim, questionam o modelo linear de progresso, com inovações tecnológicas supostamente neutras, que geralmente habita o imaginário popular, inclusive de professoras/es de ciências. Já Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) comentam sobre “a importância de discutir com os alunos os avanços da ciência e tecnologia, suas causas, conseqüências, os interesses econômicos e políticos, de forma contextualizada, está no fato de que devemos conceber a ciência como fruto da criação humana” (p. 75). Entretanto, em nenhum dos três artigos, as/os autoras/es refletem sobre como tais avanços e inovações impactam de forma distinta os diversos grupos raciais e étnicos da sociedade brasileira.

4. Elaboração de currículos CTS que consideram o contexto social dos alunos. von Linsingen (2007) fala sobre uma contextualização do ensino a partir de uma conexão com os estudos CTS. Este ponto também é mencionado por Santos e Mortimer (2001) quando defendem um ensino por temas que envolvam “questões sociais relativas à C&T, que estejam diretamente vinculadas aos alunos” (p. 107) e por Santos (2007) quando apresenta uma proposta de ensino CTS por meio de *temas sociais*. No entanto, os autores não discutem

quais diferenças, nos contextos sociais, podem existir entre alunos de diferentes regiões do país e até mesmo em uma mesma cidade, por exemplo. Esse aluno genérico não tem cor/raça/etnia, gênero e classe social. Os temas científicos ou tecnológicos, por sua vez, devem ser “potencialmente *problemáticos do ponto de vista social*” (Santos; Mortimer, 2000, p. 119). Nesse caso, os autores sugerem, apoiados em Freire, que os temas partam de situações locais para análise de problemas nacionais e regionais. Aqui a natureza dos problemas parece estar relacionada a dos temas, os quais envolvem ambiente e saúde, predominantemente nos exemplos citados. Também não se ressalta como tais problemas afetariam distintos grupos étnicos e raciais.

Relacionado aos pontos 1 e 3, von Linsingen (2007) traz uma importante reflexão, citando a antropóloga social argentina Hebe Vessuri, ao evidenciar a necessidade de rompermos (na América Latina) com a cultura europeia (e sua visão tradicional de ciência e de tecnologia) e considerarmos conhecimentos elaborados por outras culturas, buscando uma participação social na criação das tecnologias, e não somente no âmbito do consumo.

Notamos, com exceção de Auler e Bazzo (2001), que brevemente comentam sobre o “escravismo” no Brasil, que os artigos silenciam questões relacionadas à raça/etnia e ao racismo presente na sociedade brasileira. Tampouco ressaltam outras opressões historicamente vivenciadas em nosso país, como o machismo e a LGBTfobia. Apesar de a maioria desses autores dizerem-se filiados à filosofia educacional Freireana, as opressões/situações-limites de grupos minoritários brasileiros não são alvo de maior atenção em seus textos. Com isso, percebemos que ainda há um foco excessivo em análises sobre ciência e tecnologia pouco relacionadas à real sociedade brasileira que se organiza, não apenas, em estratos sociais agrupados em classes econômicas, mas também de forma intrínseca, em raça e gênero.

Emergência de novas referências: anunciando as possibilidades

Publicações recentes de autores do campo da Educação CTS vêm sinalizando a importância de ampliação dos debates sobre C&T que passem a considerar as questões étnico-raciais próprias de países que foram colonizados na América Latina. Em adição, publicações recentes do campo nos convidam a discutir e inserir a história da C&T africanas e afrodescendentes em aulas de Ciências. Com isso, encontramos na literatura da área de Educação em Ciências sustentada teoricamente em aportes da Educação CTS, textos que trazem a discussão sobre raça/etnia e racismo, caracterizando, assim, a sociedade (brasileira) que se faz presente na tríade C-T-S.

Tendo em vista o propósito deste texto, selecionei outras nove publicações que discutem aspectos centrais relacionados à raça/etnia no âmbito do ensino de ciências com um enfoque CTS (Quadro 2). Para tanto, considerei trabalhos publicados em periódicos, bem como 1 (uma) dissertação de mestrado e duas teses de doutorado. Não realizei uma revisão sistemática para delimitar e localizar os textos, de modo que inclui aqueles que eu já havia realizado leituras anteriores ou que foram localizados em busca no Google Acadêmico (no mês de maio de 2024).

Quadro 2: Publicações de Educação CTS que consideram questões étnico-raciais.

Título	Autoria	Ano
Racismo científico, procesos de alterización y enseñanza de ciências	Juan Manuel Sánchez-Arteaga, Cláudia Sepúlveda e Charbel N. El-Hani	2013
Racismo científico como plataforma para compreensão crítica das relações CTS: o estudo do desenvolvimento de uma sequência didática	Mateus D. Fadigas	2015

Formação cidadã na educação científica e tecnológica: olhares críticos e decoloniais para as abordagens CTS	Victor Augusto B. Rodrigues, Irlan von Linsingen e Suzani Cassiani	2019
A química nos cabelos: relato de experiência de ensino CTS visando uma educação antirracista	Marcia Narcizo Borges e Jéssica Félix de Lemos	2019
Exame crítico da racialização da doença falciforme na formação de professoras/es de biologia: promoção da educação das relações étnico-raciais, da educação em saúde e de uma visão equilibrada da ciência	Lia Midori M. Nascimento	2020
Ensino de Física com enfoque CTS: contribuições entre ciências e a Lei 10.639/2003	Marcelo V. da Silva e Eduardo F. Capossoli	2020
Raça, classe e gênero na educação em ciência, tecnologia e sociedade: percursos e possibilidades formativas na extensão como comunicação	Nataly Carvalho Lopes	2023
Discursos em ruptura para outra educação em ciências no <i>Sur</i> global: o hip-hop como tecnociência afrodiaspórica	Roberth De-Carvalho	2023
Racismo ambiental: uma proposta de sequência de atividades a partir de uma perspectiva CTS	Christiana Andréa V. Prudêncio e Mariana dos Santos	2024

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Percebemos, no Quadro 2, que as publicações se concentram no final da década de 2010 e início dos anos 2020. São, portanto,

recentes. Há um maior número de autores/as, sendo ao total 16, e havendo, agora, um equilíbrio entre mulheres e homens, bem como um aumento de pessoas negras. Acredito que essa diversificação contribuiu (e muito) para a inserção de temas relevantes na educação científica e tecnológica e para o aprofundamento do “S” (do acrônimo CTS) com a caracterização da sociedade brasileira, conforme veremos adiante.

Assim como procedi com os artigos mais citados da Educação CTS brasileira, passo a organizar os pontos comuns presentes nas nove publicações selecionadas que considerarei como possibilidades emergentes no campo. Destaco, inclusive, os artigos do Quadro 1 que são referenciados nos textos anúncios.

1. Epistemologias decoloniais. O referencial teórico da decolonialidade encontra-se presente nos trabalhos de Rodrigues, von Linsingen e Cassiani (2019) e De-Carvalho (2024)³. No primeiro artigo, os autores baseiam-se em Aníbal Quijano ao considerarem as estruturas de poder em territórios que foram colonizados e que acabam persistindo ainda que o colonialismo tenha findado, ou seja, existem ainda efeitos de colonialidade (Rodrigues; von Linsingen; Cassiani, 2019). Um dos aspectos ressaltados é o do eurocentrismo, a crença em conhecimentos universais e a subalternização e invisibilização de conhecimentos outros como, por exemplo, aqueles produzidos por povos indígenas. Discutem também, com base no mesmo autor, a ideia de raça e a hierarquização dela consequente que passa a ver no branco o “normal” e os diferentes como (não)sujeitos que podem ser dominados. A partir disso, defendem uma educação científica e tecnológica libertadora na qual a ciência moderna hegemônica “reconheça os seus limites internos na resolução dos problemas contemporâneos” de modo “que outras formas de conhecimento sejam valorizadas e articuladas na resolução desses problemas”

³ Devido à extensão e ao fato de, até o momento, a tese do Prof. Roberth De-Carvalho não está disponível *online*, recomendo a leitura de textos relacionados nos quais estão presentes os tópicos aqui considerados: De-Carvalho (2021; 2020; 2019).

(Rodrigues; von Linsingen; Cassiani, 2019, p. 77). Além de autores dos estudos decoloniais, citam Paulo Freire e cinco das nove referências consideradas como os cânones da Educação CTS brasileira. Em sua tese, De-Carvalho (2023) apresenta a hipótese de que o Movimento Hip-hop latino-americano e caribenho consiste em um “agente catalisador de uma virada da tecnociência do Sur Global, implicando um novo pensamento afrocentrado nas inter-relações ciência-tecnologia-sociedades plurais, que formula e é formulado por linguagens e práxis pluriétnicas, pluriversais e decolonizadoras” (p. 38). Para tanto, revisiona o PLACTS em busca de uma “outra natureza da tecnociência, que permita a interculturalidade, historicamente referenciada, afrossituada, resistente e transgressora, dentro da perspectiva decolonial” (*idem*). Nesse sentido, ele reflete sobre a elaboração de uma tecnociência que foi “filtrada por variados dispositivos de raça-território-classe” e se constituiu, no PLACTS, “sem escutar as vozes plurais e agonizantes de sujeitos originários e aquilombados” (p. 231). O autor comenta que o ensino de ciências circula um conhecimento hegemônico que tem se orientado por uma natureza da ciência e da tecnologia que molda o imaginário de estudantes à sociotecnia dominante. Decorrente dessas críticas, De-Carvalho (2024) conceitua o Movimento AfroCTS (Movimento Afro-Latino-Americano de Ciência e Tecnologia das Sociedades de *Sur* Global) que “toma o rumo do sociocomunitário das periferias, em acordo com o chamado Freire-CTS ou CTS-Freire” (p. 219), “no sentido epistemológico e metodológico de concepção de tecnociências inclusivas, justas e democráticas” (p. 223). Assim, ele situa os sujeitos em opressão na periferia *Sur* global e propõe “a formação de uma base de equidade epistêmica ante tecnociências afrocentradas” (De-Carvalho, 2023, p. 129). O autor cita somente o artigo de von Linsingen (2007) ao definir o conceito de tecnociência.

2. Formação para a cidadania. A questão da cidadania é examinada por Rodrigues, von Linsingen e Cassiani (2019) a partir de releituras da obra de Paulo Freire e de autores decoloniais. Comentam que “pensar a formação dos estudantes direcionada

para a cidadania é um desafio que inevitavelmente deve partir do estudo sobre o contexto no qual os estudantes estão inseridos” e que no “caso dos estudantes brasileiros, principalmente daqueles que percorrem a trajetória escolar em instituições de ensino público, esse contexto revela várias contradições, próprias de um país em desenvolvimento” (p. 73). Defendem, portanto, que “a formação cidadã deve ser oposta a esses efeitos da colonialidade, ou seja, decolonial” (p. 75). Por sua vez, De-Carvalho (2019) situa o debate sobre cidadania em “diásporas no *Sur* global”, enfatizando sua relação com subjetividades e objetividades “que constituem sentidos inclusivos de cidadanias plurais, exercício democrático e cuidado comunitário” (p. 37). No âmbito da discussão sobre tecnociência, o autor refere-se à promoção de uma “cidadania sociotécnica” citando aqui Jacinski, von Linsingen e Corrêa (2019). Com isso, passa a questionar a cidadania presente em currículos eurocentrados que replicam, “em colonialidade, a tecnociência hegemônica” (De-Carvalho, 2023, p. 52). O autor comenta, ainda, sobre o Hip-hop como uma tecnociência contra hegemônica que possibilita juventude negra pobre do/no *Sur* global romper com a “tecnociência da branquitude” que reproduz na escola “uma sólida estrutura classista, silenciando sujeitos” (p. 113). Dessa forma, a tecnociência Hip-hop constitui-se “como espaço de interpretação de pautas socioculturais, socioambientais, socioeconômicas e de democracia/cidadania afrotécnica” (p. 131). Notamos, portanto, que o autor apresenta uma discussão sobre cidadania que coloca no centro do debate a população marginalizada da América do Sul, estabelecendo como base um discurso afrocentrado. Borges e Lemos (2019) também comentam sobre cidadania, defendendo uma “educação química das relações étnico-raciais para a formação cidadã” (p. 131). Citam o artigo de Santos e Mortimer (2001), entre os presentes no Quadro 1, e Paulo Freire quando este afirma que ensinar exige a rejeição a qualquer forma de discriminação, mencionando especificamente a arrogância da branquitude que “se apresenta ao mundo como pedagoga da democracia” (2005, p. 36). As autoras defendem, com base em documentos curriculares

nacionais, que “a educação científica não pode ser ensinada alienada das relações de poder e de opressão construídas ao longo do processo de consolidação da sociedade brasileira” (Borges; Lemos, 2019, p. 133). Nesse sentido, discutem a cidadania de forma situada também quando afirmam que o/a professor/a de química deve ensinar conteúdos que não aprofundem desigualdades e que a perspectiva CTS é, neste caso, a “mais adequada para romper com a lógica de ‘(re)produção’ do ‘sujeito universal’” (p. 134). A questão da cidadania também aparece em Prudêncio e Santos (2024), porém optei por incluí-la no ponto a seguir.

3. Práticas de ensino CTS na educação básica e na formação de professores. A discussão sobre racismo científico encontra-se presente nos artigos de Sánchez-Arteaga, Sepúlveda e El-Hani (2013), Fadigas (2015), Nascimento (2019), Borges e Lemos (2019), Lopes (2023) e Prudêncio e Santos (2024) que propõem intervenções didáticas com enfoque CTS. No primeiro artigo, os autores comentam sobre o tratamento da história do racismo científico no contexto de currículos CTS, os quais buscam formar indivíduos que participem de “forma crítica e informada nos debates sobre o desenvolvimento científico-tecnológico” (Sánchez-Arteaga; Sepúlveda; El-Hani, 2013, p. 58, tradução minha), participando de decisões relacionadas à ciência e à tecnologia (citando aqui Pinheiro, Silveira e Bazzo, 2007; ponto 1 em destaque na seção anterior). Eles consideram, então, dois princípios de planejamento (de Design Educacional): o próprio uso da abordagem CTS, com ênfase na história da ciência, ao “mobilizar a história do racismo científico para examinar o discurso biológico sobre ‘raças’ na contemporaneidade” e o “fato de que o tratamento das relações entre a Biologia Humana e a questão das raças é equilibrada, para evitar demonizar e, pelo contrário, pedir desculpas do conhecimento científico” (Sánchez-Arteaga; Sepúlveda; El-Hani, 2013, p. 62, tradução minha). Fadigas (2015), por sua vez, desenvolve uma sequência didática sobre pensamento darwinista, racismo científico e processos de alterização também com o referencial teórico-metodológico de Design Educacional. Na seção

sobre CTS e racismo científico, o autor utiliza a definição de Santos e Mortimer (2020) de currículos CTS que destaca a “tomada de decisão sobre temas práticos de importância social” (p. 3). Outros artigos que integram a lista dos cânones também são citados pelo autor (Auler; Bazzo, 2001, Auler; Delizoicov, 2001 e Pinheiro; Silveira; Bazzo, 2007). A sequência didática desenvolvida para a licenciatura em Ciências Biológicas buscou atender a cinco objetivos específicos, entre eles: “Discutir a pertinência da inclusão do tema racismo científico no ensino médio de biologia, enquanto conteúdo curricular negligenciado e que favorece a promoção de uma compreensão crítica da natureza da ciência e das relações ciência, tecnologia e sociedade (C/T/S)” e “Promover reflexões sobre as relações C/T/S e as funções ideológicas que as ciências biológicas desempenham hoje” (Fadigas, 2015, p. 69). Já Nascimento (2020) elabora e analisa uma sequência didática sobre a racialização da doença falciforme também para a licenciatura em Biologia. Dos cânones da Educação CTS, a autora cita o artigo de Santos e Mortimer (2000) e Santos (2007), porém sustenta seu referencial teórico em produções de seu grupo de pesquisa, entre elas o artigo de Sánchez-Arteaga, Sepúlveda e El-Hani (2013). A sequência foi desenvolvida com base em seis princípios (utilizando o Design), dentre os quais destaco: “Abordagem das relações CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) implicadas com a história do racismo científico, a partir de uma perspectiva histórica, sociocultural e de busca de soluções para problemas sociais através da ação” (Nascimento, 2020, p. 85) e “Abordagem crítica e equilibrada da ciência”; as abordagens equilibradas “reconhecem os benefícios e os riscos da ciência para a sociedade, incluindo as conexões com questões raciais, evitam que os estudantes desenvolvam visões polarizadas sobre a ciência” (p. 87). Diferente dos três trabalhos anteriores, Silva e Capossoli (2021) exploram conhecimentos africanos no ensino de física, ressaltando que este ensino “deve abarcar diversos saberes, não se limitando aos conhecimentos eurocêntricos” (p. 11). Apoiam-se em autores do campo CTS, entre eles Santos e Mortimer (2000) e Pinheiro, Silveira

e Bazzo (2007) e em outros que discutem contribuições científicas e tecnológicas de diferentes sociedades africanas e afrodiáspóricas. A pesquisa envolve a produção e análise de uma sequência de atividades que tinha três objetivos: “deslocar para um plano social e político as questões acerca do desenvolvimento, aplicação e implicações das tecnologias e dos conhecimentos científicos, com especial atenção para sociedade africana (Império Egípcio) [...]”; “identificar experiências pedagógicas de combate ao racismo e as discriminações em sala de aula, desfazendo os equívocos sedimentados, no decorrer da história, pelos livros didáticos em torno da população negra, de sua cultura científica e tecnológica” e “propor novas temáticas e didáticas [...], encarando essa prática como ação de fundamental importância para reforçar a positividade da identidade racial negra, bem como a valorização de sua cultura” (Silva; Capossoli, 2021, p. 3-4). No artigo de Borges e Lemos (2019), as autoras propõem uma abordagem temática, a partir do enfoque CTS, sobre “cabelos étnicos” no ensino de química, apoiando-se em Santos e Mortimer (2000) e Auler e Bazzo (2001), entre outros autores, em uma sequência de aprendizagem para uma turma do ensino médio. A seleção do tema é justificada pelo “histórico de representações raciais que colocam aqueles que possuem cabelos crespos ou encaracolados historicamente em condição de subalternidade” (Borges; Lemos, 2019, p. 135) e a abordagem CTS pelo fato desta favorecer “não só o ensino de conteúdos de Química, como permite abordar aspectos relativos às tecnologias desenvolvidas para atender consumidores e consumidoras que buscam se adequar ao padrão estético dominante” (p. 136). O artigo de Lopes (2023) apresenta uma pesquisa-ação que se desenvolveu no contexto de uma atividade de extensão universitária sobre as temáticas raça, classe e gênero no ensino de ciências e que teve como base teórica a visão extensionista de Paulo Freire (1983) e a Educação CTS. Em seu referencial teórico, Lopes (2023) contextualiza o PLACTS enfatizando discussões sobre “temas expressivos da luta anti-racista, de gênero e de classe”, afirmando “a necessidade de que a diversidade seja tratada a partir da

educação CTS, entrelaçando ainda ideias de estética (refazendo auto-imagens negativas das minorias representativas), comunicação, superação de resistências aos movimentos sociais [...]” (p. 42). A autora conclui que a discussão dos temas permitiu “uma aproximação importante da ciência e da tecnologia e dos impactos da falta de participação social” nas questões que as envolvem (Lopes, 2023, p. 50). Por fim, Prudêncio e Santos (2024) elaboram uma sequência de atividades⁴ sobre racismo ambiental a partir da Ferramenta Avaliativa Ciência-Tecnologia-Sociedade (FACTS), especificamente em seu eixo C (Cidadania e Ação). As autoras comentam que optaram por este eixo por buscarem dar ênfase aos “aspectos relacionados a perspectivas sociais, participação cidadã e escolhas individuais para tomada de decisões, que estão contemplados nos critérios deste eixo” (Prudência; Santos, 2024, p. 29). Notamos, aqui, a discussão cara à Educação CTS sobre participação social e tomada de decisões. As atividades propostas pelas autoras contemplam quatro critérios da FACTS: Construção de identidade/sentimento de pertencimento à coletividade e desenvolvimento de valores (a partir da discussão sobre conceitos e ideias relacionados à raça); Reflexão sobre perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais (a partir da identificação de áreas devastadas em sua cidade e a relação com sua ocupação por populações mais vulneráveis, predominantemente negras); Análise dos impactos da Ciência e Tecnologia (ao trabalhar com o conceito de risco de ocupação em áreas inapropriadas); e Participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade (em uma avaliação no formato de escrita coletiva de uma carta destinada a vereadores reivindicando melhorias na cidade). Em Lopes (2023) e Prudêncio e Santos (2024) não encontrei qualquer dos artigos cânones presentes no Quadro 1. As iniciativas pedagógicas propostas nos seis trabalhos incluídos nesse terceiro ponto vão ao encontro do

⁴ As autoras não especificam para qual segmento de ensino a sequência de atividades se destina.

que é tornado obrigatório nas Diretrizes Curriculares para a Formação Inicial de Professores (Brasil, 2019) e na Lei 10.639/2003 que insere a história e a cultura africana e afro-brasileira na educação básica (Brasil, 2003).

Notamos, no conjunto de textos selecionados como anúncios de possibilidades de discussão sobre a sociedade brasileira marcada por opressões e discriminações de raça/etnia, iniciativas mais propositivas para o ensino de ciências no âmbito da Educação CTS, de forma distinta dos textos cânones deste campo. Entretanto, ainda é possível observar o silêncio sobre conhecimentos científicos e tecnológicos de povos indígenas e discussões sobre que atendam à Lei 11.645/2008 abordando temáticas relacionadas à história e culturas indígenas (Brasil, 2008).

Considerações finais

Ao fazer as *denúncias* dos silêncios referentes à questão étnico-racial nas obras tidas como cânones na Educação CTS brasileira, não pretendi recomendar que tais contribuições sejam postas de lado e não sejam mais utilizadas em nossas pesquisas e reflexões acerca do ensino de ciências. Pelo contrário: insisto que esses textos têm sua relevância para a educação científica e tecnológica, algo que é corroborado ao vermos tais produções citadas nos textos que considerarei como *anúncios* no campo. Pudemos observar que os/as autores/as dos textos mais recentes têm ressignificado as proposições teóricas presentes nas referências tradicionais, passando a incluir elementos sobre raça, gênero e classe característicos da sociedade brasileira. Por outro lado, considero importante reafirmar a necessidade de seguirmos avançando e recontextualizando os discursos presentes nos cânones, a fim de contribuir para uma educação conscientizadora e transformadora que, no caso específico do Brasil, precisa ser antirracista e inclusiva.

Além disso, gostaria de enfatizar a relevância de que novas formulações teóricas sejam propostas por autores/as do campo CTS comprometidos com uma educação científica e tecnológica que

insere discussões sobre relações étnico-raciais. Creio ser importante não apenas as releituras dos cânones, mas, sobretudo, elaborar novos quadros teóricos de referência que pensem as interrelações C/T/S a partir de cenários educacionais brasileiros e do contexto social de nossos/nossas estudantes. Dentre os textos citados como anúncios, somente a tese de doutoramento do Prof. Roberth De-Carvalho (2023) trouxe, de fato, uma nova proposição teórica sobre o tema. Em certa medida, é preciso também realizar rupturas com epistemologias excludentes.

Enfatizo que devemos promover análises CTS, também no âmbito da educação científica e tecnológica, que sejam interseccionais. Precisamos retomar o compromisso político do movimento CTS latino-americano, tão presente nas bases originais do PLACTS, porém agora incluindo a pauta antirracista, além de outras igualmente relevantes (como a luta contra o capacitismo, o machismo, a LGBTfobia e a gordofobia, por exemplo). Precisamos, além disso, reconhecer, com um campo de pesquisa e de atuação, o epistemicídio (Carneiro, 2005) que tem sido historicamente praticado contra negros e indígenas que foram e têm sido sistematicamente excluídos da educação formal e negados o reconhecimento de sua intelectualidade e produção científica e tecnológica ancestral e contemporânea.

Por fim, sinalizo um ponto que poderia ser aprofundado e, assim, dar continuidade às discussões iniciadas nesse texto. Esse refere-se ao embasamento teórico selecionado pelos/as autoras/es dos artigos considerados como cânones da Educação CTS brasileira. Uma hipótese seria a de que o uso de referências estrangeiras acaba, por elas mesmas, não dando conta da complexidade social brasileira. Logo, seria necessário cada vez mais termos como base teórica (filosófica, antropológica, sociológica e educacional) autoras/es nacionais que reflitam sobre nossas contradições e opressões, para além do tão caro e fundamental Paulo Freire, referenciado em quase todos os textos aqui analisados. Nesse sentido, alguns deles já nos apresentam fontes importantes, tais como: Abdias Nascimento, Anna Maria

Canavarro Benite, Douglas Verrangia, Kabengele Munanga, Lélia Gonzalez, Nilma Lino Gomes, entre outros.

Referências

ACEVEDO DÍAZ, José Antonio. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. **Borrador**, Huelva, v. 13, p. 26-30, 1996. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/260540112_Cambiando_la_practica_docente_en_la_ensenanza_de_las_ciencias_a_traves_de_CTS. Acesso em: 28 mai. 2024.

AIKENHEAD, Glen S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, Joan, AIKENHEAD, Glen S. (Eds.). **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teacher's College Press, 1994. p.47-59.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wJMcpHfLgzh53wZrByRpmkd/>. Acesso em: 30 mai. 2024.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Ciência-tecnologia-sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006. Disponível em: https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART8_Vol5_N2.pdf. Acesso em: 30 mai. 2024.

_____. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 2, p. 122-134, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/XvnmrWLgLaqqN9SzHjNq7Db>. Acesso em: 30 mai. 2024.

BOCK, Bruno S.; OLIVEIRA, Camila C. G. F.; ALBUQUERQUE, Marcia B.; MELO, Thiago B.; CHRISPINO, Alvaro. Mapeamento das publicações em CTS: uma análise comparativa entre o Brasil e periódicos internacionais. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, v. 12, n. 1, p. 88-107, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/>

caminhos_da_educacao_matematica/article/view/1290. Acesso em: 11 abr. 2024.

BORGES, Marcia N.; LEMOS, Jéssica F. A química nos cabelos: relato de experiência de ensino CTS visando uma educação antirracista. **Revista da Associação Brasileira de Pesquisadores/as Negros/as (ABPN)**, v. 11, n. Ed. Especial, p. 128-149, 2019. Disponível em: <https://abpnrevista.org.br/site/article/view/811>. Acesso em: 1 jun. 2024.

BRASIL. **Resolução CNE/CP Nº 20 de dezembro de 2029**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Brasília: MEC/CNE/CP, 2019. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=135951-rcp002-19&category_slug=dezembro-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 30 mai. 2024.

_____. **Lei Nº 10.639, de 9 de janeiro de 2003**. Altera a Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática “História e Cultura Afro-Brasileira”, e dá outras providências. Brasília: MEC, 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.639.htm. Acesso em: 30 mai. 2024.

_____. **Lei Nº 11.645, de 10 de março de 2008**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, modificada pela Lei nº 10.639, de 9 de janeiro de 2003, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da rede de ensino a obrigatoriedade da temática “História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena”. Brasília: MEC, 2008. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11645.htm. Acesso em: 30 mai. 2024.

CARNEIRO, Aparecida Sueli. **A construção do outro como não-ser como fundamento do ser**. 2005. 339f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001465832>. Acesso em: 01 jun. 2024.

CHRISPINO, Alvaro; LIMA, Leonardo S.; ALBUQUERQUE, Marcia B.; SILVA, Marco A. F. B.; FREITAS, Ana Claudia C.; SILVA, Marco Aurelio F. B. A área CTS no Brasil vista como rede social: onde aprendemos? **Ciência & Educação**, v. 19, p. 455-479, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/S5xmFrNPVDp8JmytwccCKcC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 abr. 2024.

DE-CARVALHO, Roberth. **Discursos em ruptura para outra educação em ciências no Sur global: o hip-hop como tecnociência afrodiáspórica**. 345f. 2023. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2023.

_____. Do interdisciplinar ao interseccional no hip-hop por um Movimento AfroCTS Latino-americano. **CTS em foco – Boletim Esocite.Br**, n. 3, p. 133- 138, 2021. Disponível em: https://www.esocite.org.br/images/uploads/2021/01/CTS-em-foco-n-3.final_.pdf. Acesso em: 28 mai. 2024.

_____. Afrocentrando discursos por outra natureza da ciência e da tecnologia para ensinar ciências. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática - REnCiMa**, v. 11, n. 6, p. 132-151, 2020. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/rencima/article/view/2481>. Acesso em: 28 mai. 2024.

_____. Por outros repertórios de linguagem para uma formação discursiva CTS afrocentrada no Ensino de Ciências. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE - ESOCITE.BR, 8. **Anais...** Belo Horizonte: CEFET-MG, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/344504462_Por_outros_repertorios_de_linguagem_para_uma_formacao_discursiva_CTS_afrocentrada_no_ensino_de_ciencias. Acesso em: 28 mai. 2024.

FADIGAS, Mateus D. **Racismo científico como plataforma para compreensão crítica das relações CTS: o estudo do desenvolvimento de uma sequência didática**. 2015. 186f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015. Disponível em: <https://ppgefhc.ufba>.

br/pt-br/racismo-cientifico-como-plataforma-para-compreensao-critica-das-relacoes-cts-o-estudo-de. Acesso em: 01 jun. 2024.

Freire, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 31. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005 [1996].

_____. Denúncia, anúncio, profecia, utopia e sonho. In: BRASIL; Senado Federal. **O livro da profecia**: o Brasil no terceiro milênio. Brasília: Coleção Senado, v. 1, 1997. Disponível em: <https://acervoapi.paulofreire.org/server/api/core/bitstreams/e7f2107b-b258-4e19-950c-602fb83caee1/content>. Acesso em: 11 abr. 2024.

_____. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1987 [1970].

_____. **Extensão ou comunicação?** 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983 [1977].

GONZALES, Lélia. Racismo e sexismo na cultura brasileira. **Revista Ciências Sociais Hoje**, Anpocs, p. 223-244, 1984. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7395422/mod_resource/content/1/GONZALES%2C%20L%C3%A9lia%20-%20Racismo_e_Sexismo_na_Cultura_Brasileira%20%281%29.pdf. Acesso em: 12 abr. 2024.

GONZÁLEZ GARCÍA, Marta I.; LÓPEZ CERREZO, José Antonio; LUJÁN LÓPEZ, José L. **Ciencia, tecnología y sociedad**: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Technos, 1996.

JACINSKI, Edson; von LINSINGEN, Irlan; CORRÊA, Ralquel Folmer. Cidadania sociotécnica, Tecnologia Social e Educação CTS. In: CASSIANI, Suzani; VON LINSINGEN, Irlan. (Orgs.). **Resistir, (re)existir e (re)inventar a educação científica e tecnológica**. Florianópolis: UFSC/CED/NUP, 2019. p. 210-240. Disponível em <https://cutt.ly/uLdNkFJ>. Acesso em: 01 jun. 2024.

KREIMER, Pablo; VESSURI, Hebe; VELHO, Léa; ARELLANO, Antonio: Introducción. In: _____. (Orgs.). **El estudio social de la ciencia y la**

tecnología en América Latina: miradas, logros y desafíos. Mexico: Siglo XXI, 2014. p. 7-27.

LOPES, Nataly C. Raça, classe e gênero na educação em ciência, tecnologia e sociedade: percursos e possibilidades formativas na extensão como comunicação. **Revista Educação, Cultura e Sociedade – RECS**, v. 13, n. 1, p. 38-52, 2023. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/recs/article/view/11702>. Acesso em: 01 jun. 2024.

NASCIMENTO, Abdias do. **O genocídio do negro brasileiro: processo de um racismo mascarado.** 3. ed. São Paulo: Perspectivas, 2016.

NASCIMENTO, Lia Midori M. **Exame crítico da racialização da doença falciforme na formação de professoras/es de biologia:** promoção da educação das relações étnico-raciais, da educação em saúde e de uma visão equilibrada da ciência. 2020. 255f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/32768>. Acesso em: 01 jun. 2024.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida M; SILVEIRA, Rosemari M. C. F.; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/S97k6qQ6QxbyfyGZ5KysNqs/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 30 mai. 2024.

PRUDÊNCIO, Christiana Andréa V.; SANTOS, Mariana. Racismo ambiental: uma proposta de sequência de atividades a partir de uma perspectiva CTS. **ODEERE**, v. 9, n. 1, p. 22-33, 2024. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/odeere/article/view/14666>. Acesso em: 30 mai. 2024.

RODRIGUES, Victor Augusto B; von LINSINGEN, Irlan; CASSIANI, Suzani. Formação cidadã na educação científica e tecnológica: olhares críticos e decoloniais para as abordagens CTS. **Revista Educação e Fronteiras On-Line**, v. 9, n. 25, p. 71-91, 2019. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/educacao/article/view/11012>. Acesso em: 28 mai. 2024.

SÁNCHEZ-ARTEAGA, Juan Manoel; SEPÚLVEDA, Cláudia; EL-HANI, Charbel N. Racismo científico, procesos de alterización y enseñanza de ciências. **Magis: Revista Internacional de Investigación en Educación**, v. 6, n. 12, p. 55-67, 2013. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2810/281029756004.pdf>. Acesso em: 28 mai. 2024.

SANTOS, Wildson Luiz P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. esp., p. 1-12, 2007. Disponível em: https://www.academia.edu/27297895/Contextualiza%C3%A7%C3%A3o_no_ensino_de_ci%C3%A7ncias_por_meio_de_temas_CTS_em_uma_perspectiva_cr%C3%ADtica. Acesso em: 30 mai. 2024.

_____. Educação científica humanística em uma perspectiva Freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria – Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 109-131, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37426>. Acesso em: 30 mai. 2024.

_____. Scientific literacy: a Freirean perspective as a radical view of humanistic science education. **Science Education**, v. 93, n. 2, p. 361-384, 2009. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/sce.20301>. Acesso em: 08 de abr. 2024.

SANTOS, Wildson Luiz P.; MORTIMER, Eduardo F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência e Educação**, v. 7, n.1, p. 95-111, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/QHLvwCg6RFVtKMJbwTZLYjD/>. Acesso em: 30 mai. 2024.

_____. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2000. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/10060>. Acesso em: 21 mai. 2024.

SILVA, Marcelo V.; CAPOSSOLI, Eduardo F. Ensino de Física com enfoque CTS: contribuições entre ciências e a Lei 10.639/2003. **Cadernos de Educação Básica**, v. 5, n. 3, p. 198-217, 2020. Disponível em: <https://>

portalespiral.cp2.g12.br/index.php/cadernos/article/view/3062. Acesso em: 28 mai. 2024.

SOLOMON, Joan. **Teaching Science, Technology and Society**. Developing Science and Technology Series. [S.l.]: ERIC, 1993.

TOLEDO, Carlos Educarado R.; BITTENCOURT, Bárbara A.; CHRISPINO, Alvaro. Análise dos referenciais teóricos da área de CTS no ensino de ciências a partir das teses brasileiras. **Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología**, v. numero ext., p. 216-224, 2016. Disponível em: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4512>. Acesso em: 11 abr. 2024.

VACCAREZZA, Leonardo Silvio. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. **Revista Iberoamericana de Educación (OEI)**, n. 18, p. 42-64, 1998. Disponível em: <https://rieoei.org/historico/oeivirt/rie18a01.htm>. Acesso em 12 abr. 2024.

von LINSINGEN, Irlan. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. esp., p. 1-19, 2007. Disponível em: <https://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/2/23/Irlan.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2024.

Capítulo 3

Qual desenvolvimento queremos para o Sul Global? Em busca de novos caminhos para a Educação Científica e Tecnológica¹

Cristine Saibert
Walter Antonio Bazzo

Introdução

Qual é o papel do conhecimento científico na compreensão e superação dos problemas sociais presentes nas sociedades atuais? De que forma o conhecimento científico se estabelece como hegemônico na produção de soluções para a melhoria da condição de vida de uma população? A resposta a essas perguntas, obtida dentro dos moldes da própria ciência, poderia ser algo como: a ciência contribui ao produzir conhecimento sólido e útil, capaz de servir de base para soluções tecnológicas, que levam ao progresso e ao desenvolvimento. Para alguém pertencente ao coletivo de pensamento científico, essa pode ser uma resposta plausível, mas um olhar mais atento e crítico nos leva a questionar: de que progresso estamos falando? O desenvolvimento pautado em inovações científico-tecnológicas é o único possível?

Com o avanço da globalização, muitos conceitos e estratégias adotados para a solução de problemas nos países desenvolvidos acabaram por refletir, por extensão, em soluções para os ditos países subdesenvolvidos. No entanto, esse tipo de estratégia ignora

¹ Texto originalmente publicado em MANDACARU: Revista de Ensino de Ciências e Matemática (ISSN 2965-6907), 4(1), pp. 101-115, 2024.

o contexto social, político e econômico sobre o qual estes últimos se constituíram. Assim, as soluções tecnológicas adotadas por países do Norte global nem sempre representam boas estratégias para o desenvolvimento dos países do Sul², uma vez que os contextos sobre os quais essas estratégias foram desenvolvidas e aplicadas são muito diferentes.

A partir do cenário exposto, no presente trabalho buscamos discutir o critério de imparcialidade atribuído à construção de conhecimentos científicos e se é possível igualmente aplicá-lo ao desenvolvimento tecnológico. Nesse sentido, debatemos sobre o papel que os valores sociais têm no processo de elaboração de novas tecnologias, tendo em vista a possibilidade de que soluções tecnológicas sejam concebidas associadas a outros conhecimentos que não os científicos. Compreendemos que, ao expandir o conceito de tecnologia, não o vinculado estritamente à ciência, podemos visualizar outras soluções para os problemas socioambientais da atualidade. Por fim, trazemos algumas considerações sobre o ensino científico e tecnológico na educação básica, levando em conta as elaborações teóricas feitas no decorrer do ensaio.

Colonialismo³ e colonialidade

Quando os europeus chegaram às terras americanas, se depararam com povos que possuíam costumes, crenças, valores e culturas absolutamente diferentes dos hábitos culturais e sociais europeus. Nesse contexto, a chegada desses homens a esses territórios foi marcada pela minimização e/ou destruição da cultura

² Entende-se por países do Sul o “conjunto de países e regiões do mundo que foram submetidos ao colonialismo europeu e que, com exceções como Austrália e Nova Zelândia, não atingiram níveis de desenvolvimento econômico semelhantes aos do Norte global [Europa e América do Norte]” (Santos; Menezes, 2010, p. 19).

³ Colonialismo é o termo utilizado para descrever os processos de controle político e econômico de um território (colônia) por outro (metrópole). É a situação colonial em si. Para melhor compreensão ver Discurso sobre o colonialismo, de Aimé Césaire (2010).

e do modo de vida dessas sociedades. Houve imposição da fé cristã, de hábitos e, ao longo do tempo, da própria ideia de civilidade. Culturas locais foram ignoradas e, uma vez que a ciência assumiu o lugar da religião na produção de conhecimento da Europa, também ganhou espaço em território americano. Associada ao modelo econômico capitalista que se instalava, a ciência passou a deslegitimar os saberes populares das comunidades nesse continente – tidos como primitivos ou não modernos (Santos, 2010). Valores e conhecimentos científicos e culturais europeus foram impostos sobre tais populações durante anos, caracterizando, nos dias de hoje, o que Aníbal Quijano chama de colonialidade.

A colonialidade é um dos elementos constitutivos e específicos do padrão mundial do poder capitalista. Sustenta-se na imposição de uma classificação racial/étnica da população do mundo como pedra angular do referido padrão de poder e opera em cada um dos planos, meios e dimensões, materiais e subjectivos, da existência social quotidiana e da escala societal. Origina-se e mundializa-se a partir da América. (Quijano, 2010, p. 84).

Nesse contexto, a adoção da ciência⁴ como única fonte de conhecimento válido para a resolução de problemas sociais e ambientais é um processo acrítico, incorporado historicamente pelos países do Sul global que almejam o desenvolvimento tal qual se deu nos países do Norte. A escolha por esse modelo de progresso, como única possibilidade acessível, desconsidera o longo processo de exploração e dominação dos territórios e dos povos que aqui viviam. Ignora, inclusive, a imposição da modernidade⁵ enquanto padrão de civilidade, assim como outras formas de ser, estar e produzir. No contexto brasileiro, ainda desconsidera todo o processo de diáspora forçada das pessoas negras, deslocadas de seus locais de origem para serem escravizadas em terras americanas. Atentos a esse processo,

⁴ Neste artigo, o termo “ciência” refere-se à Ciência Moderna.

⁵ Segundo Ramón Grosfoguel: “a ‘modernidade’ é a civilização que se cria a partir da expansão colonial europeia em 1492 e que se produz na relação de dominação do ‘Ocidente’ sobre o ‘não Ocidente’” (Grosfoguel, 2019, p. 62)

podemos nos questionar: a ciência é um conhecimento neutro e/ou imparcial? Sob quais influências o conhecimento científico se constitui?

Neutralidade, imparcialidade e autonomia na ciência

A descontextualização do objeto de estudo é prática recorrente da atividade científica, uma vez que, conforme expõe Lacey (2008), esse tipo de conhecimento está pautado em estratégias materialistas de investigação⁶. A escolha dessa estratégia investigativa encontra-se fortemente associada ao que o autor chama de “valorização moderna do controle”, segundo a qual “qualquer perspectiva de valor racionalmente sustentada hoje em dia deve incluir certos valores ligados ao controle dos objetos naturais e ao avanço tecnológico”. Percebe-se, assim, que a ciência se desenvolve de acordo com valores sociais⁷ estabelecidos por uma sociedade específica. É, portanto, um conhecimento historicamente construído sob uma lógica de pensamento europeia, na qual a formação da sociedade civil vem acompanhada da desconexão do ser humano com a natureza (Santos, 2010).

De todo modo, a ciência é uma forma de obtenção de conhecimento que se faz ampla e nos auxilia na compreensão do mundo em que vivemos. Entretanto, como bem expõe Lacey (2008), não é neutra nem se sustenta autonomamente. Fortes interesses políticos e econômicos sustentam suas práticas, em uma rede de

⁶ “Nas estratégias materialistas, (...) uma teoria aceitável sintetiza as possibilidades materiais das coisas, aquelas que podem ser caracterizadas como origináveis das leis, estruturas e processos subjacentes às coisas; também proporciona um entendimento abrangente de fenômenos presentes em muitos espaços definidos por condições de contorno que vigoram onde a atuação humana não é relevante” (Lacey, 2008, p. 103).

⁷ Segundo Lacey (2008, p. 60), os valores sociais são aqueles “manifestados nos programas, leis, e políticas de uma sociedade, e expressos nas práticas cujas condições eles proporcionam e reforçam. Estes são os valores que se tornam articulados nas tradições explicativas da sociedade acerca das espécies de instituições que tem sustentado, e na retórica de sua liderança”

apoio mútua baseada em financiamento e ampliação do repertório de conhecimento que possibilita a criação de dispositivos que expandem o controle sobre o mundo natural, a tecnologia moderna. Esse controle pode ser benéfico para a população, mas também pode levar a caminhos não tão vantajosos, mas que se fazem valer pela associação com o lucro-eficácia de um determinado processo produtivo. Podemos citar o modelo científico-tecnológico de produção agrícola como exemplo.

Na modernidade, as técnicas agrícolas seguem um avanço associado à mecanização da prática agrícola. É um modelo fundamentado no plantio concentrado em grandes áreas (latifúndios) e que, em geral, prevê a obtenção de apenas um gênero alimentício (monocultura). Esse modo de cultivo esteve, historicamente, associado à exaustão do solo, devido ao desrespeito aos ciclos de uso e descanso da terra. Do ponto de vista ambiental, trata-se de uma prática predatória que encontrou alguns entraves ao longo do tempo, em especial pela necessidade de grande utilização de fertilizante para impedir o desgaste do solo.

Assim, técnicas de modificação da matéria foram utilizadas para fomentar a fabricação dos fertilizantes químicos sintéticos. Igualmente, o plantio de apenas uma cultura em uma grande área é uma condição propícia para o surgimento e ampla propagação de pragas em geral (Paschoal, 2019). De tal forma, foi necessário incorporar ao cultivo agrícola o uso de substâncias inseticidas e pesticidas sintéticas (agrotóxicos), o que tem desencadeado diversos problemas ambientais e relativos à saúde humana (Carneiro, Rigotto, Augusto, Friedrich & Búrigo, 2015; Lopes & Albuquerque, 2018).

Por fim, para minimizar o uso de agrotóxicos nas plantações, justificou-se a investigação e uso de culturas geneticamente modificadas (transgênicos), a partir de avanços nos estudos do campo da biologia molecular. Hoje, sabe-se que grandes empresas se utilizam das culturas transgênicas em associação com agrotóxicos (Carneiro et al., 2015), visando o aumento da produtividade e, por consequência, do lucro obtido. De toda forma,

associado a essas técnicas desenvolvidas no escopo das sociedades modernas está um valor central que é o controle da natureza (Lacey, 2008). Essas técnicas têm, assim, como objetivo último o controle total das propriedades naturais, com a meta de submeter o ambiente natural às vontades de alguns seres humanos. Essa construção envolve estudos de áreas como a química, a biologia e a física/mecânica (construção de máquinas para o plantio).

Logo, questiona-se: pode o desenvolvimento científico ser aceito como imparcial, ainda que a aplicação do conhecimento esteja claramente associada a um fim econômico evidenciado pela não neutralidade e autonomia do empreendimento científico? Para Lacey (2008) a escolha de uma pesquisa em detrimento de outra é, em geral, permeada por influências políticas, econômicas e sociais externas à ciência e, com isso, depreende-se que a ciência não é neutra, nem tampouco autônoma. Entretanto, no que tange à escolha da melhor teoria explicativa para um determinado fenômeno, podemos fazer uso de valores cognitivos específicos tendo em vista uma escolha imparcial (Lacey, 2008). Assim, a imparcialidade seria uma possibilidade nesse segundo momento, de escolha e/ou validação de uma teoria, onde não há espaço para valores sociais e a escolha deve ser feita apenas pela aplicação de valores cognitivos de grau elevado⁸.

Imparcialidade e desenvolvimento tecnológico

Toda essa construção nos parece coerente quando julgamos o desenvolvimento do conhecimento científico. Porém, ao olharmos para a aplicabilidade desses conhecimentos, podemos realmente dizer que há imparcialidade? Sobre esse ponto, Andrew Feenberg defende uma teoria crítica da tecnologia que “ênfatiza o impacto dos aspectos contextuais da tecnologia sobre o seu projeto, que são

⁸ Lacey (2008) elenca alguns “valores cognitivos que desempenham (ou, na história da ciência, desempenharam) algum papel na escolha de teorias”: adequação empírica, consistência, simplicidade, fecundidade, poder explicativo, certeza (p. 84-86, nota de rodapé)

ignorados pela visão dominante” (Feenberg, 2017, p. 77). O autor defende que valores sociais e culturais permeiam o desenvolvimento tecnológico, tanto em seu projeto, quanto em sua aplicação. Aqui, reproduzo o exemplo do autor sobre o desenvolvimento da bicicleta, para tentar expor melhor a questão: uma bicicleta é um aparato tecnológico construído com base em conhecimentos científicos; no entanto, ao ser desenvolvida, valores sociais distintos entram em conflito para definir qual seria o melhor design para o dispositivo, uma vez que diferentes grupos discordam em relação à sua finalidade (objeto de locomoção vs. objeto de competição) (Feenberg, 2017).

Nesse exemplo, percebemos que, mesmo que o conhecimento científico por trás da idealização da bicicleta possa ser interpretado como imparcial, a aplicação desse conhecimento não o é. Isso se deve ao fato de que os dois modelos de bicicleta propostos assumem uma funcionalidade operacional, sendo que sua determinação última é feita exclusivamente com base em sua função social que, à época, foi definida como transporte. Assim, podemos compreender que, embora seja possível conceber conhecimentos científicos como imparciais, o desenvolvimento de tecnologias a partir desses conhecimentos, em geral, não pode ser igualmente aceito como imparcial pois incorpora valores sociais específicos.

Desse modo, tendo em vista o que defende Feenberg (2017, p. 77), de que “a tecnologia não é só o controle racional da natureza; tanto o seu desenvolvimento como o seu impacto são intrinsecamente sociais”, não deveríamos nos preocupar em definir sobre quais valores sociais deveriam ser constituídas as novas tecnologias? Nesse sentido, valores como benefício social e baixo impacto ambiental, que poderíamos resumir como sustentabilidade, deveriam constar como eixos orientadores no desenvolvimento de novos aparatos tecnológicos. No entanto,

No momento atual, as práticas de controle da natureza estão nas mãos do neoliberalismo e, assim, servem a determinados valores e não outros.

Servem ao individualismo em vez da solidariedade; à propriedade particular e ao lucro em vez dos bens sociais; ao mercado em vez do bem-estar de todas as pessoas; à utilidade em vez do fortalecimento da pluralidade de valores; à liberdade individual e à eficácia econômica em vez de à libertação humana; os interesses dos ricos em vez de os direitos dos pobres [...] A primeira é uma lista de valores neoliberais; a segunda, de valores do movimento popular. (Lacey, 2008, p. 43).

Embora a ciência possa ser dotada de imparcialidade, valor que auxilia na escolha de uma melhor teoria dentro de seus limites internos, sua autonomia e neutralidade são facilmente contestadas ao assumir que esse tipo de produção de conhecimento está fortemente associado a uma perspectiva específica de desenvolvimento. Da mesma forma, e em maior grau, a tecnologia originada a partir dos conhecimentos científicos também está atrelada a essa perspectiva, reforçando os princípios da valorização moderna do controle. Assim, uma compreensão mais ampla sobre tecnologia só seria possível se viesse acompanhada de uma maior gama de conhecimentos, de origem não apenas científica, visando a garantir a disputa de mais formas de conceber o desenvolvimento. Esse cenário se aproxima do que Lacey (2008) entende por neutralidade, que, na impossibilidade de ser concebida por seres humanos com determinantes sociais variados (cor, gênero, classe social), é tida pelo autor como a consideração das mais diversas estratégias de solução de problemas. Afinal, “as possibilidades das coisas não são esgotadas por suas possibilidades materiais, (...) existem formas de investigação empírica sistemática nas quais possibilidades não materiais podem ser exploradas” (Lacey, 2008, p. 183).

Como exemplo de estratégias não materialistas, destacamos o modelo de cultivo em terraços, operado pelos povos andinos, que resultava em um melhor aproveitamento da água e facilitava a irrigação do plantio. Desse modo, era um sistema eficiente na minimização da erosão, no amplo aproveitamento da água para irrigação e na possibilidade de obtenção de cultivos geneticamente diversos (Earls et al., 1990). É, pois, a criação de uma técnica de

cultivo adaptada ao meio natural, que não fomenta o controle, e sim uma vivência em harmonia com o ambiente. São valores que apenas em décadas recentes passaram a ser reconhecidos pelas sociedades modernas, mas que sustentam as diferentes culturas indígenas presentes no território hoje conhecido como América.

Esto se compatibiliza con la cosmovisión holística, totalizadora, que es propia de las culturas andinas y que tiene una de sus expresiones más cabales en el hecho de que los recursos agropecuarios: fuerza de trabajo, suelo, agua, cultivos, cranzas y clima, no se conciben en uno separado del otro sino tan sólo em su interrelación múltiple, esto es, en la síntesis constituida por la actividad agropecuaria concreta. **La cultura andina concibe a la naturaleza como si fuera un animal (...), lo que significa reconocerle atributos de ser vivo y altamente sensible, capaz de responder positivamente al bueno trato, y, por tanto, domesticable. Muy diferente es la concepción de la naturaleza por la cultura occidental, que la asimila a un mecanismo; esto es, la considera como un objeto insensible, inerte y desechable luego de haberse usado.** (Earls et al., 1990, p. 40-41, grifo nosso)

Encontramos outro exemplo nas práticas de cultivo e de preservação de sementes oriundas dos povos Guarani (Mariano & Onçay, 2020). Ainda, estudos recentes têm apontado para a ação dos povos pré-colombianos no cultivo e plantio de diversas culturas na região amazônica, demonstrando que a biodiversidade presente no território também é fruto de intervenção humana (Clement et al., 2015). Sendo assim, não restam dúvidas que esses povos foram tecnológicos, pois desenvolveram técnicas eficientes e duráveis de adaptação ao meio natural que garantiram a vida nessa região durante séculos/milênios. Tais técnicas carregam os valores sociais partilhados por essas sociedades, que são opostos aos valores hegemônicos associados à modernidade. São estratégias não materialistas de compreensão e intervenção no ambiente.

Desse modo, no que diz respeito à tecnologia, defendemos que não se deva restringir seu desenvolvimento apenas tendo como base os valores científicos de imparcialidade, que garantem eficácia e, por consequência, maior lucro nos processos econômicos. Compreendemos ser válido considerar a incorporação de outros

valores para sulevar⁹ o desenvolvimento tecnológico, de forma que o estabelecimento de critérios para a criação, uso e aplicação de novas tecnologias seja objeto de disputa por grupos com valores sociais distintos. Todavia, essa nova perspectiva constitui-se um desafio, tendo em vista que a hegemonia da ciência, no que tange à solução de problemas, direciona o desenvolvimento tecnológico sempre sob a ótica da valorização moderna do controle, impedindo a entrada de outros princípios nos processos de decisão sobre os rumos das políticas sobre tecnologia.

Possibilidades outras para um desenvolvimento outro

A ampliação de valores atribuídos ao desenvolvimento de novas tecnologias deveria abarcar valores sociais externos à ênfase moderna do controle. Assim, é necessário questionar os limites externos da própria ciência no que se refere à resolução de problemas ecológicos e sociais, uma vez que o conceito de tecnologia está intimamente ligado ao conhecimento científico no contexto da modernidade. Desse modo, surge a questão: a produção de soluções tecnológicas só é possível a partir da ciência?

Ao buscarmos uma definição para o termo tecnologia nos principais dicionários, encontramos algo como “conjunto de conhecimentos, especialmente princípios científicos, que se aplicam a um determinado ramo de atividade” (Ferreira, 1999) ou “1. Conjunto de processos, métodos, técnicas e ferramentas relativos à arte, indústria, educação etc.; 2. Conhecimento técnico e científico e suas aplicações a um campo particular; 3. Tudo o que é novo em matéria de conhecimento técnico e científico” (Michaelis, 2019). Interessante notar que tais definições sempre associam ciência e tecnologia, porém, se buscarmos a origem da palavra, podemos perceber que os termos *tekne* (arte, técnica ou ofício) e *logos* (“conjunto de saberes”) não necessariamente direcionam

⁹ Termo advindo dos estudos denominados Epistemologias do Sul, que se contrapõe ao conhecimento centrado no norte global (nortear).

para uma aproximação entre tecnologia e o conhecimento científico. Sobre esse ponto, Veraszto, Silva, Miranda e Simon (2009), ao fazerem uma revisão histórica sobre a utilização do termo tecnologia, concluem que:

(...) colocadas as diferentes ideias e concepções que se tem acerca da tecnologia, neste trabalho assumimos a ideia de que tecnologia é um conjunto de saberes inerentes ao desenvolvimento e concepção dos instrumentos (artefatos, sistemas, processos e ambientes) criados pelo homem através da história para satisfazer suas necessidades e requerimentos pessoais e coletivos. O conhecimento tecnológico é o conhecimento de como fazer, saber fazer e improvisar soluções, e não apenas um conhecimento generalizado embasado cientificamente. (Veraszto et al., 2009, p. 38)

A aproximação entre ciência e tecnologia tem relação com os valores da perspectiva de valorização moderna do controle (Lacey, 2008). Nesse caso, a tecnologia é pensada como aplicação de conhecimentos científicos buscando uma maior eficácia dos processos produtivos. Um entendimento mais amplo sobre tecnologia exigiria uma ruptura com esses valores, assumindo que a tecnologia é a aplicação de conhecimentos diversos, buscando resolver problemas de um determinado grupo social. Sobre esse aspecto, é importante ter em mente que “sendo o desenvolvimento um elemento dentro de uma cultura, a tecnologia se torna produto da sociedade que a cria. Daí o fato de que, ao ser importada, ela pode levar a uma dominação cultural, pois traz consigo valores de avaliação e eficiência criados em outra sociedade” (Veraszto et al., 2009, p. 38).

Para pensarmos uma política de desenvolvimento tecnológico para os países do Sul global, é crucial compreender que os valores e as necessidades sobre as quais se assentam a produção de tecnologia nos países desenvolvidos são diferentes daqueles presentes nos países periféricos, dado que o processo histórico de constituição dessas sociedades é distinto. Sobre essa questão, faz-se necessário reconhecer a validade dos conhecimentos não-científicos, oriundos dessas regiões marginalizadas pela hegemonia da ciência, de modo que desses conhecimentos também

possam emergir soluções tecnológicas para a superação dos problemas regionais que estas populações enfrentam. Essa concepção está alinhada com o que Boaventura de Sousa Santos define como *ecologia de saberes*, na qual

(...) o conhecimento como intervenção no real – não o conhecimento como representação do real – é a medida do realismo. A credibilidade da construção cognitiva mede-se pelo tipo de intervenção no mundo que proporciona, ajuda ou impede. Como a avaliação dessa intervenção combina sempre o cognitivo com o ético-político, a ecologia de saberes distingue a objetividade analítica da neutralidade ético-política. (Santos, 2010, p. 57)

Assim, ao assumirmos um desenvolvimento tecnológico considerando uma maior pluralidade de conhecimentos, rompemos com os valores determinados pela valorização moderna do controle e podemos conceber novos princípios para a produção de tecnologia, agora baseados na real necessidade dos grupos sociais que a irão desenvolver e utilizar.

Educação científica e tecnológica, para quê?

O aprendizado em ciências, nas escolas brasileiras, está fundamentado em uma visão tecnicista de ensino. Muitas vezes, a forma como esse campo de conhecimento é apresentado aos estudantes se dá de modo simplório e mecânico, tornando a ciência um conhecimento de difícil apreensão para muitas pessoas. Mesmo as e os estudantes que conseguem compreender o que é ensinado, o fazem com as limitações impostas pelo modelo de ensino. Por exemplo, percebemos que muitos estudantes conseguem resolver um problema matemático utilizando a fórmula adequada e chegando ao resultado correto. Ou ainda, são capazes de dar uma resposta correta a uma pergunta objetiva como “qual a fórmula química do hidróxido de sódio?”. No entanto, qual a relevância desse aprendizado? Quais conexões esses estudantes estão fazendo entre o aprendizado escolar e a vida fora da escola? Se o conteúdo apresentado é demasiadamente abstrato, sem conexões com a

realidade sociocultural na qual estão inseridos, para que serve tal conteúdo?

Podemos começar a conjecturar que um ensino de ciências mecanizado e pautado na aplicação de fórmulas e resolução de problemas desconexos da realidade traz consigo algumas implicações, tais como:

1) *a compreensão da ciência como algo semelhante a uma ficção*: evidencia-se pelo modo como o desenvolvimento da ciência é apresentado nos livros didáticos, sempre de forma linear e com grandes nomes à frente de grandes descobertas; o que dá a ideia de que uma pessoa é capaz de mudar os rumos da ciência a qualquer momento, sem debates, confrontação de ideias ou justificação empírica. Esse tipo de visão afasta o conhecimento científico de sua dimensão social e cultural, o que dificulta a sua

identificação como um conhecimento carregado de valores, que influencia política e economicamente o mundo em que vivemos. Ainda, dificulta a identificação das e dos estudantes com a figura do cientista, como se tal ofício não fosse exercido diariamente por pessoas comuns, mas sim por “gênios”. Essas distorções da atividade científica podem ser também promovidas pela prática docente, como bem apontam Gil-Pérez, Montoro, Alís, Cachapuz e Praia (2001) em seu artigo: *Para uma imagem não deformada do trabalho científico*. Nesse trabalho, os autores buscam apreender as principais visões deformadas do trabalho científico transmitidas pelo ensino das ciências. A partir desse entendimento, identificam alguns aspectos que consideram essenciais para a caracterização da atividade científica e como se poderia estimular uma compreensão mais realista (e menos deformada) da ciência aos estudantes nos ambientes de ensino básico e superior.

2) *a compreensão da ciência como algo socialmente inútil*: nesse caso, a falta de conexão dos conteúdos científicos com a realidade social pode dar a ideia de que os cidadãos comuns pouco têm a contribuir nos processos de decisão envolvendo assuntos científicos. Logo, se as pessoas não conseguem estabelecer relações entre a ciência e os problemas vividos por elas e pela sociedade na

qual estão inseridas, é mais fácil que se afastem dos processos de decisão, o que pode facilitar um modelo de decisão tecnocrático. Sobre essa questão, Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007) apontam para a importância do ensino das ciências no que se refere ao exercício da cidadania em sociedades modernas. Os autores defendem que uma educação científica básica, que inclua aspectos relativos à natureza da ciência e à abordagem Ciência-Tecnologia Sociedade-Ambiente (CTSA), poderia proporcionar uma maior participação das pessoas na tomada de decisões envolvendo questões tecnocientíficas. Essa discussão é realizada com maior profundidade na obra *A Necessária Renovação do Ensino das Ciências* (Cachapuz, Gil-Perez, Carvalho, Praia & Vilches, 2005).

As reflexões acima apontadas (compreensão da ciência como uma ficção e/ou como socialmente inútil) podem levar a uma visão dogmática da ciência, em que as soluções científicas e suas aplicações tecnológicas são vistas como neutras e imparciais, atendendo unicamente à melhoria da qualidade de vida das pessoas – seguindo um modelo de desenvolvimento linear (Auler & Delizoicov, 2006) no qual o bem-estar social advém do desenvolvimento científico e tecnológico¹⁰. Igualmente, é interessante notar que nosso ensino de ciências pouco explora criticamente a relação entre conhecimento científico e sua implicação no desenvolvimento de novas tecnologias. Tampouco esse ensino nos faz questionar sobre os *valores* associados ao desenvolvimento científico e tecnológico ao qual estamos submetidos. Nesse sentido, podemos conceber que o ensino de ciências que estamos oferecendo aos nossos estudantes está em consonância com uma certa alienação associada à valorização moderna do controle.

Tal padrão também pode ser percebido na abordagem sobre tecnologia presente em livros didáticos da área de ciências. Sobre

¹⁰ No modelo linear de desenvolvimento, o desenvolvimento científico gera o desenvolvimento tecnológico; este gera o desenvolvimento econômico que determina, por sua vez, o desenvolvimento social (bem-estar social).

esse ponto, Santos (2017), ao analisar livros didáticos de química do PNLD 2015, concluiu que o termo está majoritariamente associado a ciência aplicada e, embora haja aberturas para a compreensão dos aspectos negativos associados a ela, ainda traz em sua maioria a ideia salvacionista da tecnologia enquanto promotora de bem-estar, apenas. O trabalho também aponta para a escassez das discussões sobre a origem, história e significado da tecnologia, destacando que “a tecnologia foi apresentada nos livros mais como fonte de exemplificação do que como fonte de conteúdo”, sendo também utilizada como “uma forma de justificar a aprendizagem em ciências” (Santos, 2017, p. 150).

Diante do exposto, sem ter um papel enquanto conteúdo programático, a tecnologia aparece apenas em determinados tópicos do ensino de ciências, associada a alguma aplicação prática de um conteúdo científico. Na verdade, o papel maior da tecnologia dentro do ambiente escolar parece ser enquanto meio de ensino. Então, sendo o ensino de ciências pobre e desconexo da realidade vivida (Macedo & Silva, 2010), cabe à tecnologia o papel de aumentar a “motivação” das e dos estudantes em aprender algo percebido como pouco útil. Nesse sentido, apaga-se a função social da tecnologia, restando a ela um papel de simples entretenimento educacional. Essa constatação traz duas implicações negativas para o ensino: 1) a falta de discussão crítica sobre ciência nas escolas pode caracterizar este conhecimento como pouco útil para muitos estudantes. Tal fator preocupa, pois se não há identificação da importância de um conhecimento por parte do estudante, tampouco haverá qualquer aprendizado significativo no processo; e 2) a não visualização da tecnologia enquanto um conteúdo igualmente relevante de ser trabalhado e discutido de forma crítica no ambiente escolar. Nesse ponto, a utilização da tecnologia como meio educacional acrítico assume importância fundamental na manutenção dos valores associados à valorização moderna do controle, não havendo espaço para a discussão de um desenvolvimento pautado em valores diferenciados, de acordo com o contexto social.

Partindo dessa breve exposição, defendemos que a inclusão de discussões sobre valores sociais, imparcialidade e neutralidade da ciência e da tecnologia na educação básica pode resultar em uma maior aproximação desses conhecimentos com a realidade concreta vivida pelos estudantes. Também, em consonância com os trabalhos de Gil-Pérez et al. (2001) e Praia et al. (2007), defendemos que uma maior discussão a respeito da história e filosofia da ciência e da tecnologia se faz válida para que os estudantes percebam o contexto sociocultural sob o qual tais conhecimentos foram elaborados. Um foco maior no significado histórico da ciência e da tecnologia, e nas etapas do processo de estruturação desses campos de conhecimento, abre oportunidades para que os alunos entendam a importância do diálogo, do confronto de ideias e da argumentação na construção de uma visão crítica da realidade. Tal percepção pode auxiliar as e os estudantes a compreenderem que os conhecimentos científicos e tecnológicos são construídos sob influências sociais diversas, incluindo aspectos políticos e econômicos. Desse modo, ciência e tecnologia passam a ser vistos como algo produzido por pessoas comuns, regidos pelas mesmas relações sociais, culturais, políticas e econômicas que influenciam nosso cotidiano. Temos então a percepção de ciência e tecnologia como parte da dinâmica social, e não enquanto conhecimentos externos a esta.

Por conseguinte, a exploração dos valores associados ao desenvolvimento científico e tecnológico é de extrema importância, uma vez que apenas compreendendo sob quais valores esses conhecimentos se estabelecem na atualidade é possível pensar criticamente sobre o modelo de desenvolvimento social e cultural ao qual estamos submetidos. A reflexão se faz urgente no ambiente educacional se buscamos uma educação verdadeiramente libertadora, pois apenas com uma compreensão ampla da realidade vivida é possível que as pessoas entendam seu lugar no mundo e, conseqüentemente, possam agir para modificá-lo (Freire, 2019). Nesse sentido, é pertinente difundir aos estudantes a mensagem de que a ciência e a tecnologia são ferramentas úteis, que podem

auxiliar nosso desenvolvimento, mas esses conhecimentos não deveriam ser encarados como ferramentas que moldam a forma como devemos nos desenvolver.

Aqui, a possibilidade de uma abordagem sobre ciência e tecnologia como pertencentes a uma ecologia de saberes, onde outros conhecimentos também são explorados como válidos para a resolução de problemas da realidade concreta/social, levaria a uma maior aproximação entre estudantes e o conhecimento científico. Isso porque, em uma realidade social e cultural tão diversa como a brasileira, a ciência aparece como uma obrigação para aquelas e aqueles que estão imersos em ambientes onde outros conhecimentos são entendidos como verdadeiros. A não consideração desses conhecimentos, por vezes tidos apenas como saberes populares (e, portanto, não válidos), pode resultar em um afastamento dos estudantes em relação ao aprendizado em ciências. Por outro lado, tendo o conhecimento científico não como único, mas sim como um conhecimento a mais para a explicação e possibilidade de intervenção na realidade, abre-se a possibilidade para pensarmos sobre outras formas de desenvolvimento, não necessariamente vinculadas aos valores da valorização moderna do controle.

Considerações finais

Assim como a ecologia de saberes não se trata de ignorar a importância do conhecimento científico, mas de ampliar a gama de conhecimentos válidos para a resolução de problemas dados pela realidade concreta, também este ensaio não visa a demonizar a tecnologia. A ideia é expandir a compreensão que se tem a respeito do termo, de modo a abarcar outros conhecimentos e valores necessários a um desenvolvimento mais digno para a maior gama de grupos sociais possível. Nesse sentido, a possibilidade de discutir sobre os valores que regem o desenvolvimento da ciência e da tecnologia nas escolas poderia resultar em grande contribuição

para o ensino e, conseqüentemente, para um desenvolvimento mais justo e democrático de toda a sociedade.

Ainda, a noção de cidadania como algo para o futuro, a ser alcançado com a finalização da etapa básica de ensino formal, necessita ser repensada. Não formamos cidadãos, pois, sendo os estudantes sujeitos de direito, eles já são cidadãos, e deveríamos ter um ensino voltado ao exercício cotidiano da cidadania. Sobre esse aspecto, a importância de uma compreensão crítica acerca do processo de construção histórico, social e cultural das tecnologias que permeiam nossa vivência cotidiana é de extrema relevância, visto que o conhecimento tecnológico permeia nosso ser cidadão. Defendemos, portanto, um ensino científico e tecnológico crítico, voltado para a transformação e não apenas para a adaptação social, em que possamos ter maior respeito pelos conhecimentos diversos produzidos pelas diferentes comunidades e grupos sociorraciais brasileiros.

Referências

AULER, D.; DELIZOICOV, D. (2006). Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, 5 (2), 337-355.

CACHAPUZ, A., GIL-PEREZ, D., CARVALHO, A. M. P., PRAIA, J.; VILCHES, A. (Orgs.). (2005). **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Cortez.

CARNEIRO, F. F., RIGOTTO, R. M., AUGUSTO, L. G. S., FRIEDRICH, K.; BÚRIGO, A. C. (Orgs.). (2015). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular.

CÉSAIRE, A. (2010). **Discurso sobre o colonialismo**. 2ª ed. Florianópolis: Letras Contemporâneas.

CLEMENT, C. R. C., DENEVAN, W. M., HECKENBERGER, M. J., JUNQUEIRA, A. B., NEVES, E. G. N., TEIXEIRA, W. G.; WOODS, W. I. (2015). **The domestication of Amazonia before European conquest**. Publishing Royal Society.

EARLS, J., GRILLO, E., ARAUJO, H.; KESSEL, J. (1990). **Tecnologia Andina: una introducción**. La Paz - Bolívia: Hisbol.

FEENBERG, A. (2017). **Racionalização democrática: tecnologia, poder e liberdade**. Portugal: MIT Press.

FERREIRA, A. B. H. (1999). **Novo Aurélio do século XXI: o dicionário da língua portuguesa**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.

FREIRE, P. (2019). **Pedagogia do Oprimido**. 69ª ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra.

GIL-PÉREZ, D., MONTORO, I. F., ALÍS, J. C., CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, 7 (2), 125-153.

GROSGOUEL, R. (2019). **Para uma visão decolonial da crise civilizatória e dos paradigmas da esquerda ocidentalizada**. In: J. Bernadino-Costa, N. Maldonado-Torres & R. Grosfoguel, (Orgs.), *Decolonialidade e pensamento afrodiaspórico*. (p. 55-77). Belo Horizonte: Autêntica.

LACEY, H. (2008). **Valores e atividade científica 1**. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia/Editora 34.

LOPES C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. (2018) Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**, 42 (117), 518-534.

MACEDO, C. C., SILVA, L. F. (2010). Contextualização e visões de ciência e tecnologia nos livros didáticos de física aprovados no PNLEM. **Alexandria**. 3 (3), 1-23.

MICHAELIS (2019). **Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa**.

PASCHOAL, A. D. (2019). **Pragas, Agrotóxicos e a crise ambiente: problemas e soluções**. São Paulo: Expressão Popular.

PRAIA, J., GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. (2007). O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, 13 (2), 141-156.

QUIJANO, A. (2010). **Colonialidade do poder e classificação social**. In: B. S. Santos & M. P. Meneses. *Epistemologias do Sul*. (p. 84-130). São Paulo: Cortez.

SANTOS, B. S. (2010). **Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes**. In: B. S. Santos & M. P. Meneses (Orgs.). *Epistemologias do Sul*. (p. 31-83). São Paulo: Cortez.

SANTOS, B. S.; MENESES, M. P. (Orgs.). (2010). **Epistemologias do Sul**. São Paulo: Cortez.

SANTOS, D. B. S. (2017). **Abordagens de tecnologia presentes nos livros didáticos de química**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MARIANO, E. T.; ONÇAY, S. T. V. (2020). A prática de preservação das sementes tradicionais do povo indígena Guarani. In: **Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia**, São Cristóvão, Sergipe, 15 (2).

VERASZTO, E. V., SILVA, D., MIRANDA, N. A.; SIMON, F. O. (2009). Tecnologia: buscando uma definição para o conceito. **Prisma.com (Portugal)**. 1 (8), 19-46.

Capítulo 4

Por uma Ciência marginal: reflexões sobre o ensino de ciências como aliado para a construção de uma Democracia Queer

Caio Gentil Nascimento da Silva
Joaquim Fernando Mendes da Silva

Introdução

O ensino de ciências pode ser um catalisador para formar cidadãos que atuem na construção de uma democracia *queer*? Diante do avanço do neoliberalismo sobre as demandas e responsabilidades do Estado e de aspectos ontológicos da esfera social, faz-se necessário refletirmos sobre as efetivas contribuições realizadas por meio da educação científica para a formação dos indivíduos e seus compromissos com a configuração política social.

Para além da formação científica, pesquisadores e professores de ciências defendem a necessidade dos conhecimentos científicos como recurso para que os indivíduos possam atuar plenamente na resolução de problemas públicos enquanto cidadãos.¹ Entretanto, o conceito de cidadania precisa ser esclarecido devido à sua condição polissêmica. Assim, para definir a perspectiva de cidadania que se propõe alcançar, faz-se necessário compreender os modelos de democracia em que estamos inseridos e determinar aquele que pretendemos, ao menos, vislumbrar. Com o intuito de afastar-se das perspectivas de dominação capitalista, os modelos de democracia e, conseqüentemente, de cidadania, devem distanciar-

¹ Auler; Delizoicov, 2001.

se de noções neoliberais, nos quais imperam a lógica meritocrática e apagam as desigualdades econômicas e culturais, além de basearem-se na premissa da universalidade de direitos capaz de garantir a igualdade.²

Para tanto, propomos que as discussões de gênero alinhadas ao Ensino de ciências possam promover uma formação cidadã orientada à justiça social. Com base nos estudos *queer*, torna-se possível compreender as dimensões de dominação a partir da norma: um conjunto de verdades discursivamente produzidas as quais estabelecem hierarquias entre os gêneros e as sexualidades.³ Assim, a partir do padrão normativo, os processos de exclusão da diferença contribuem para que determinadas subjetividades estejam à margem de uma participação política e de seu reconhecimento pleno enquanto cidadãos.

A partir desse cenário, o presente trabalho busca ser desenvolvido diante da seguinte pergunta de pesquisa: como o Ensino de Química pode contribuir para a construção da cidadania em uma democracia *queer*? Para tanto, realizaremos uma discussão sobre o impacto do neoliberalismo na estruturação da sociedade a partir da metáfora do corpo social. Por conseguinte, revisitamos o contexto histórico e social que promoveram o nascimento da ciência e sua íntima relação com a sociedade moderna capitalista, além de como as discussões sobre gênero podem servir para alcançar o nosso objetivo. Por fim, trataremos de tecer reflexões sobre as possibilidades do papel do ensino de ciências diante de tais questões com a certeza de que a discussão é inesgotável e, ao mesmo tempo, necessária para que possamos construir um projeto de democracia mais inclusivo.

² Marshall, 1967 e Pinhão; Martins, 2016

³ Miskolci, 2021.

Sobre as democracias

As concepções de democracia e cidadania raramente são explicitadas nas ciências políticas, apesar de apresentarem uma polissemia conceitual. No imaginário popular, “democracia” engloba diversas formas e práticas sociais (mercado e eleições livres, protestos contra ditadores, estabilidade do Estado, proteção da individualidade e reconhecimento da voz do povo, dentre outros), destacando-se a concepção de uma imposição formal de governo pela decisão majoritária a partir das eleições.⁴ Como consequência, a popularidade dessa concepção enfraquece a democracia à medida que concentra tamanho poder em um *corpo*, revelando uma íntima relação nos pressupostos do totalitarismo.⁵

Para Lefort, o totalitarismo, aquele que é o outro da democracia, está sempre à espreita.⁶ Consonante com essa perspectiva, Sheldon Wolin teorizou sobre o cenário político norte-americano, cuja democracia contemporânea seria um totalitarismo invertido: um estado forte dirigido pelos interesses do mercado; uma fusão do poder econômico com o poder político que possui o capitalismo como a ideologia imperante.⁷ O autor aponta que há uma relação simbiótica entre as formas tradicionais de governo e o sistema privado ao criticar um modelo de democracia no qual prevalecem os interesses do mercado.⁸ Nesse sentido, o liberalismo foi substituído por uma estrutura gerada a partir da corporativização e mercantilização do Estado cujo objetivo busca privilegiar os interesses do setor privado, transformando ontologicamente o social. Dessa forma, o neoliberalismo, coração dos modelos de democracia contemporâneos, materializa o domínio das lógicas capitalistas perante valores humanistas.⁹

⁴ Brown, 2015.

⁵ Lefort, 1988.

⁶ Ibid.

⁷ Wolin, 2008.

⁸ Ibid.

⁹ Brown, 2015.

Wendy Brown enfatiza que apesar de ser comumente compreendido como um conjunto de políticas econômicas referentes ao princípio do mercado livre, “o neoliberalismo representa uma forma de razão que configura toda a existência em termos econômicos”.¹⁰ A autora coloca que a razão neoliberal pressupõe que todos os domínios são mercados e que todos os seres são seus atores, configurando uma nova espécie humana nomeada como *homo oeconomicus*. A transformação de um ser humano em *homo oeconomicus* consiste em conduzir todos os desejos e motivações pessoais alinhados aos interesses econômicos, reduzindo a existência humana a um papel útil ao mercado. Nesse sentido, o neoliberalismo estrutura a sociedade de maneira normativa à medida que configura exaustivamente todos os indivíduos e suas relações às lógicas mercantis.¹¹

A fim de ilustrar esse cenário, podemos pensar na razão pela qual a inteligibilidade da ideia de família é alcançada somente quando cumpre as exigências da heteronorma. Essa instituição tem um papel fundamental para o avanço do capitalismo, uma vez que é no núcleo familiar heteronormativo que explora a alienação da mulher, os papéis de gênero e a heterossexualidade como veículo de reprodução biológica. Por essa via, as dinâmicas de dominação patriarcal na família heteronormativa tem como objetivo desenvolver as posições fixas entre dominante e dominado, reduzindo as subjetividades às lógicas empresariais à medida que as desenvolve à serviço das necessidades do capital: produzir cidadãos passivos. Portanto, o capitalismo, por meio do neoliberalismo, ordena o social a partir de uma noção normativa para o desenvolvimento de uma cidadania utilitária.¹²

Diante desse cenário, a dimensão do avanço do projeto capitalista é percebida à medida que o crescimento econômico torna-se a base do Estado. Seus compromissos como a igualdade, a

¹⁰ Brown, 2015, p.17, tradução nossa.

¹¹ Ibid.

¹² Ibid.

liberdade e inclusão, pressupostos de uma democracia, são subordinados a um projeto pautado imperativamente no desenvolvimento econômico, competitividade e ampliação de capital. Assim, a desigualdade avança como objetivo - em detrimento da igualdade - tornando-se um pilar essencial para o sucesso do projeto capitalista. Para tanto, faz-se necessário papéis fixos de “perdedores” e “vencedores”, cunhados pela lógica do mercado, promovendo um cenário de competição entre os indivíduos. Dessa forma, o coletivo é substituído por um individualismo profundo, característico das relações comerciais presentes no ramo empresarial, revelando que não há distinção entre as prioridades e propósitos do Estado daqueles que estruturam uma empresa. Para além disso, não há sequer espaço para discutir interesses e problemas comuns e públicos, desfazendo a própria noção de povo como um coletivo político. Portanto, a autora enfatiza que o neoliberalismo é fundamentalmente antidemocrático porque esvazia as instituições democráticas de suas funções e responsabilidades com o interesse público.¹³

Wolin coloca que o projeto de democracia neoliberal apresenta sucesso, apesar das tendências antidemocráticas, devido ao seu domínio das políticas eleitorais. A “democracia gerenciada” é um efeito da neoliberalização do Estado que consiste em conter sistematicamente o eleitorado. Essa contenção ocorre tacitamente ao controlar os processos eleitorais enquanto atende algumas demandas sociais como alfabetização e formação profissional, dentre outros, para a manutenção da sobrevivência do indivíduo no projeto capitalista. Por conseguinte, além de reduzir a ideia de cidadania às eleições, a democracia gerenciada aposta na marginalização dos cidadãos ao concebê-los como meros objetos de manipulação, corrompendo o seu papel de atores sociais autônomos. Assim, os esforços são direcionados para a formação de uma sociedade passiva à medida que transformam a política e as eleições em algo ordinário, gerencial, administrativo e

¹³ Brown, 2015.

automático, esvaziando a participação deliberativa e habilidades políticas do social. Como consequência, essa marginalização reforça as tendências antidemocráticas e formam uma tecnologia social complexa e tácita de gerenciamento da democracia.¹⁴

Diante desse cenário, evidencia-se como tais mecanismos restringem a democracia a uma questão de “marcas” políticas. Os efeitos observados em uma democracia gerenciada consistem em uma redução das escolhas políticas representadas pelos mesmos atores que, por sua vez, representam determinados conglomerados políticos que atendem aos interesses do projeto político em regime. O social, por sua vez, é afastado de toda a dimensão dos processos eleitorais como regulamentação de financiamento de campanha eleitoral, publicidade nas mídias e os diferentes formatos de debates, os quais são aspectos fundamentais para as decisões políticas. Dessa forma, os membros desse corpo social tornam-se cada vez mais suscetíveis às manipulações e submissos às ações das elites sociais, contribuindo para a manutenção das desigualdades e da democracia neoliberal.¹⁵

O social como corpo e a democracia *queer*

Assim, como democracia e cidadania, o termo “social” é polissêmico e raramente tem seu significado explicitado nos discursos correntes. Hannah Arendt, em *A Condição Humana*, discorre sobre a inexistência desse conceito na Grécia clássica, tendo sua origem no Império Romano. Segundo Arendt, a ausência de um termo grego correspondente a social se dá pela estruturação do mundo grego em duas esferas mutuamente excludentes: a pública, domínio do comum e onde a vida era vivida na presença do olhar do Outro, e a privada, domínio do particular e onde a vida (familiar) era vivida em privação do olhar público. O campo social passa a existir quando essa privação do olhar público para a vida privada

¹⁴ Wolin, 2008.

¹⁵ *Ibid.*

deixa de existir, passando a existir uma diluição das fronteiras dessas esferas, com consequências dramáticas para ambas.¹⁶

Leal nos aponta que, na modernidade, a esfera privada se sobrepõe à pública, dominando-a em prol do consumo, garantindo as “necessidades de sobrevivência individual, familiar e da espécie, pelo labor”. Assim, o social se constitui a partir da subjugação do mundo público, simbolicamente compartilhado pelos “cidadãos” e essencialmente plural e diverso, para atender às necessidades materiais e ideológicas da família burguesa.¹⁷

A obra “*Queer democracy*”, *Democracia Queer* (tradução nossa), de Daniel Miller, texto que fundamenta o presente capítulo, traz uma densa e profunda relação entre o capitalismo, as democracias contemporâneas e como as vivências de corpos *queer* (mais especificamente, corpos trans) são potentes enquanto um constructo teórico para vislumbrar futuros possíveis. Assim, nessa seção exploraremos a metáfora do “*social-as-body*” (social/sociedade como corpo, tradução nossa) a partir das reflexões de Miller e demais autores para, posteriormente, construirmos reflexões sobre o Ensino de Ciências e o seu papel na construção de uma democracia *queer*.

A metáfora do social como um corpo (*social-as-body*) é um recurso utilizado para analisar as sociedades ocidentais como um corpo morfológico construído a partir de uma lógica de adequação política e hierárquica da ordem social. Consequentemente, essa metáfora também contribui para uma noção de corpo (biológico) normativo, que é utilizado como quadro ideal ao avaliar a inteligibilidade de corpos que fogem à norma. Por conseguinte, a morfologia normativa requer cada membro em seu lugar para que o corpo funcione efetivamente; a posição do membro contribui tanto para a sua própria funcionalidade quanto para a interação com outros e a funcionalidade do todo. A partir dessa concepção, a perspectiva é expandida para a sociedade, evidenciando uma

¹⁶ Arendt, 2013.

¹⁷ Leal, 2017, p.147.

lógica normativa, na qual cada indivíduo (ou membro) possui um papel fixo apropriado e que *deve* permanecer nessa posição para a saúde do social. Ainda, cabe ressaltar que “apropriado” possui conotação de uma força normativa, ou seja, é “concretamente expressa em esforços ativos para manter, reforçar, e se necessário, reimpor a forma adequada do corpo social, refletida na ordenação adequada de seus membros”. Quando necessárias, essas medidas de readequação são utilizadas como respostas a um corpo que evidenciou a sua natureza deformada, grotesca, anormal e, portanto, precisa ser corrigido, normalizado.¹⁸

Por conseguinte, é preciso pontuar que a metáfora do social como corpo atua de maneira disposicional, o que se apresenta como algo fundamental para a saúde da democracia gerenciada. Em outras palavras, atuar em nível disposicional implica que a organização social como um corpo morfológico normativo e a sua preservação são realizadas implicitamente ao perpetuar percepções, afetos, práticas sociais e políticas como pré-disposições naturais de cada membro. Assim, caso um membro falhe no desempenho do seu papel na sociedade, a inadequação é consequência de uma indisposição natural daquele indivíduo. Portanto, a democracia neoliberal gerenciada segue isenta das responsabilidades de desenvolver um cenário de reparação social.¹⁹

A democracia gerenciada necessita da metáfora do social como corpo e a sua característica disposicional para a promoção da concepção de vencedores e perdedores como algo relacionado às pré-disposições dos membros. Assim, a desigualdade que surge no contexto social é aceita pacificamente pelos membros desse corpo. A característica disposicional da metáfora protege a democracia gerenciada, garantindo a sua legitimidade quando perpetua que a inadequação de um corpo é natural, não social. Portanto, a partir dessa perspectiva, as respostas disfóricas (medidas de correção), embora antidemocráticas, são postas como fundamentais para

¹⁸ Miller, 2022.

¹⁹ Miller, 2022.

garantir o funcionamento do corpo social e, logo, da democracia, sem expor a sua verdadeira faceta de repressão normativa.²⁰

Para ilustrar esse cenário, podemos recordar as diferentes medidas de repressão utilizadas em diferentes movimentos políticos. Daniel Miller recorda dois eventos que ocorreram em 2020 ao longo da pandemia. Devido ao contexto de isolamento social por conta do vírus da Covid-19, centenas de protestantes, majoritariamente homens brancos, protestaram pela reabertura do comércio e da economia em vários estados da América do Norte, contrários às indicações dos órgãos de saúde mundiais que recomendavam a permanência em casa.²¹ Os protestantes ocuparam o prédio da capital de Lansing, cidade de Michigan, fortemente armados com armas de fogo, porém, praticamente não houve confronto violento com a força policial.²² Ainda, poucos foram presos e o presidente na época, Donald Trump, declarou que a governadora do estado de Michigan deveria ceder quanto às restrições para amenizar o clima de insatisfação política tendo em vista que os protestantes eram boas pessoas e apenas queriam suas vidas de volta ao normal.²³ Em contraste, em menos de um mês, George Floyd, um homem afro-americano foi enforcado até a morte por um policial branco que o abordou por suspeita de portar uma nota fiscal ilegal.²⁴ O vídeo que registrou esse trágico e recorrente abuso de poder e violência policial circulou mundialmente, despertando uma onda de manifestações alinhadas ao movimento Vidas Negras Importam (Black Lives Matter) com o propósito de evidenciar a discriminação racial e brutalidade policial contra pessoas negras nos Estados Unidos da América. As manifestações, em sua grande maioria pacíficas, foram duramente reprimidas pelas instituições de poder policial e descredibilizadas pelo mesmo presidente Donald Trump, que declarou o movimento como um

²⁰ Ibid.

²¹ Ibid.

²² Almassy; Riess, 2020.

²³ Liptak, 2020.

²⁴ Carlisle, 2020.

“símbolo de ódio”. As reações distintas quanto aos dois eventos explicitam como a metáfora do social como um corpo estrutura o núcleo de uma democracia neoliberal. Enquanto as reivindicações por justiça social são amplamente reprimidas por uma força coercitiva e taxadas como antidemocráticas, manifestações promovidas por grupos ligados às elites e que efetivamente comprometem os acordos políticos vigentes são protegidas justamente porque estão alinhadas à lógica neoliberal.²⁵

O aspecto disposicional da metáfora do corpo social torna-se explícito quando percebemos as distintas medidas de repressão utilizadas nesses dois eventos. O movimento do Black Lives Matter é o membro do corpo em não conformidade com o seu papel de origem, ou seja, seguir uma cidadania passiva às dinâmicas de desigualdades justificadas como naturais. Portanto, devem sofrer as medidas disfóricas porque são ações disfóricas; são ações que fogem à funcionalidade normal para servir à saúde e manutenção do corpo social, ou seja, de uma democracia neoliberal. Assim, serão amplamente e violentamente reprimidas por uma força de adequação normativa para que retornem ao papel fixo.

Diante desse cenário, as vivências trans e *queers* apresentam-se como um constructo teórico para desvelar a dimensão normativa da metáfora da sociedade como corpo com o propósito de construir uma outra democracia, uma democracia *queer*. Daniel Miller acredita que os corpos trans e em não conformidade com o gênero (TNCG) “desafiam diretamente as concepções normativas da morfologia do corpo porque suas características morfológicas definidoras são os membros do corpo ‘fora do lugar’”.²⁶ Para construir a sua crítica, o autor ampara-se na perspectiva de Talia Mae Bettcher, que consiste em evidenciar que os corpos estão restritos a uma perspectiva dimórfica, ou seja, que o gênero e sexo que apresentam apenas duas formas distintas: homem/mulher e

²⁵ Miller, 2022.

²⁶ Ibid, p.33, tradução nossa.

masculino/feminino.²⁷ Ainda, essa concepção seria exaustiva e exclusiva, sem abertura para outras formas de ser, ao conceber que o sexo seria determinado pela genitália, ou seja, pela sua morfologia corporal e, portanto, natural.²⁸

Essa perspectiva naturalista contribui para a normatização dos corpos: aquilo que é natural, é ordenado e, assim, considerado normal. Miller coloca que nessa dimensão “os corpos normais ou naturais quanto ao gênero e sexo são definidamente ordenados, definidos pelos membros em seus lugares apropriados: corpos com seios têm vaginas; corpos com pênis não têm vulvas e assim por diante”.²⁹ Ademais, não apenas o corpo biológico deve apresentar uma morfologia adequada, normativa, como também deve estar em sua posição adequada no corpo social para desempenhar seus papéis sociais e sexuais adequados.³⁰

Nesse sentido, Miller traz uma perspectiva interessante quanto aos papéis fixos a serem desempenhados pelos membros e o que representa a transgressão. O autor aborda que enquanto a transfobia seria o medo dos corpos que transgridem ilegitimamente o papel normativo de gênero, a homofobia seria o medo dos corpos que não desempenham o papel adequado, ou seja, a heterossexualidade, dentro do copo social. Assim, os atos sexuais promovidos entre corpos “masculinos” ou entre corpos “femininos” despertam reações de repúdio viscerais porque representam inadequações de membros que estão fora de seus lugares naturais no corpo social, podendo atingir reações ainda mais severas caso os atos sexuais sejam realizados por corpos trans ou em não conformidade com o gênero. Portanto, as experiências dos corpos TNCG são transgressoras porque não cumprem o papel social esperado e, assim, não possuem um lugar no corpo social.³¹

²⁷ Bettcher, 2009.

²⁸ Ibid.

²⁹ Miller, 2022, p.34, tradução nossa.

³⁰ Ibid.

³¹ Ibid.

Além de transgredir o plano normativo do corpo social, corpos TNCG possuem um papel fundamental em uma outra revelação: seus corpos são continuamente modificados, o que revela a possibilidade de conceber que os corpos são não naturais, transformados e criados a partir de processos.³² Em outras palavras, todos os corpos são grotescos, monstruosos, *queers*, porque estão em constante transformação, não há completude final.³³ Assim, os corpos TNCG apontam para uma sociedade baseada em uma concepção de que o normativo é social, não natural, abrindo possibilidades para a transformação.³⁴ Para além disso, as experiências *queers* possibilitam a concepção de um corpo social dirigido por uma lógica de uma morfologia estratificada que não seja normativamente hierárquica, desigual.³⁵

Nesse sentido, à medida que adotamos as experiências *queer* pela perspectiva da transformação, ganhamos uma possibilidade de mudança. Miller aponta que quando abraçamos a *queerness* do corpo social, rejeitamos o projeto de sociedade pautado em um corpo social morfologicamente normativo. Assim, uma Democracia *queer* seria a possibilidade de vislumbrar e projetar uma alternativa contrária à versão contemporânea da democracia neoliberal gerenciada a partir da compreensão da contínua transformação do corpo social. Como consequência, uma Democracia *queer* seria capaz de resgatar uma noção mais ampla de cidadania, subvertendo o projeto de cidadão passivo que compreende a sua atuação restrita às eleições.³⁶

Imaginar uma democracia *queer* permite estender os princípios democráticos, como liberdade e igualdade, a todos os níveis sociais. Em outras palavras, significa dizer que *kratos* (força, poder) pertenceria a todo o social, não somente ao *demos* (parcela privilegiada da sociedade). *Demos*, em uma democracia *queer*, é

³² Sullivan, 2006.

³³ Miller, 2022.

³⁴ Stryker, 2006.

³⁵ Brubaker, 2016.

³⁶ Miller, 2022.

todo o corpo social potencializado por uma fluidez capaz de representar todas as subjetividades políticas, mesmo aquelas que são negadas de uma existência no corpo social morfológico normativo fixo. Nesse sentido, o lugar dos membros, que antes era tido como natural e fixo, transforma-se em uma chave para compreender que pertencer é uma conquista política e, portanto, determinada socialmente. Assim, em uma democracia *queer*, as demandas reivindicam um lugar para as dissidências.³⁷

Para tanto, faz-se necessário compreender as dinâmicas entre reconhecimento político e legitimidade das dissidências nos distintos projetos de democracia. De uma maneira geral, a legitimidade dos sujeitos políticos é uma condição para que suas demandas sejam reconhecidas, ou seja, primeiro faz-se necessário a legitimação de um corpo dissidente para que suas demandas sejam reconhecidas politicamente. Entretanto, em um cenário liberal, os direitos e a liberdade fundamentam o quadro político de um corpo. Assim, apesar da dissidência estar presente em todos os contextos, suas demandas políticas são recusadas porque, preliminarmente, são corpos ilegítimos. Como consequência, a ilegitimidade dos corpos *queer* revelam as falhas de uma democracia incapaz de lhes providenciar um efetivo gozo de direito e liberdade em uma plena participação política.³⁸

Por outro lado, em contraste com o quadro neoliberal, a democracia *queer* pressupõe que o reconhecimento confere a legitimidade. Isto é, os direitos e liberdade das demandas políticas de corpos dissidentes são legitimados apenas a partir do reconhecimento político e social. Portanto, em uma democracia *queer* o reconhecimento social e político dos sujeitos possibilita a legitimidade de suas demandas e garante que esses corpos, – excluídos e negados de uma cidadania plena na democracia contemporânea – possam participar da democracia efetivamente e,

³⁷ Ibid.

³⁸ Ibid.

para além disso, permite a emergência de novas identidades no cenário político.³⁹

Devido à sua natureza fluida e incompleta, a dissidência ferve dentro da sociedade de maneiras imprevisíveis, possibilitando o surgimento de novos sujeitos políticos. Nesse sentido, a incorporação desses sujeitos na *demos* nega o quadro de uma morfologia normativa preexistente (disposicional) à medida que representa a possibilidade de surgimento de novos membros para o corpo social. Como consequência, as demandas e assuntos políticos são expandidos e formam-se novas constituições morfológicas continuamente.⁴⁰

A partir desse panorama, uma democracia *queer* requer uma ampliação de toda a sua configuração política, que não seja restrita à uma concepção de “uma imposição formal de governo pela decisão majoritária a partir das eleições”, tampouco simplificada em procedimentos ou instituições específicas.⁴¹ O que a democracia *queer* apresenta como potencialidade é justamente a reivindicação e centralidade nas ideias e perspectivas que foram subjugadas, negadas e desarticuladas pela ininteligibilidade de tudo aquilo que foi categorizado como dissidência: diferentes identidades, sexos e gêneros.⁴² Dessa forma, quebra-se a lógica binária “dentro” e “fora” da sociedade ao recuperar o princípio da heterogeneidade como essência da *demos*, garantindo uma verdadeira pluralidade.

Daniel Miller coloca que ao invés de tentarmos limitar a definição de democracia *queer*, devemos estar atentos aos momentos em que ela se manifesta. As repressões violentas (respostas disfóricas) às manifestações de injustiças sociais são o *locus* da democracia *queer*. É justamente nesse ponto que ocorre a ruptura do sentido do corpo social à medida que a

³⁹ Miller, 2022.

⁴⁰ Ibid.

⁴¹ Ibid.

⁴² Honig, 2009.

ininteligibilidade de um social *queer* fica evidente e, assim, para escondê-lo, a readequação ocorre truculentamente.⁴³

Uma vez que temos as contribuições de Daniel Miller sobre as democracias e a possibilidade de transgressão, precisamos compreender o surgimento da Ciência e sua relação com o capitalismo para refletirmos sobre o papel do Ensino de Ciências e o cenário brasileiro de educação para a construção de uma democracia *queer*.

Uma ciência neoliberal

A passagem do feudalismo para o capitalismo ao longo do século XVI transformou ontológica e epistemologicamente a compreensão do mundo pelo homem. A cosmovisão que imperava baseava-se na perspectiva de Aristóteles, no qual o Cosmos era ordenado a partir da posição e função natural de cada ser que compunha o todo. O pensamento aristotélico apresentava uma concepção de mundo hierárquico, cujo mundo supralunar, formado pelas divindades, sobrepunha-se ao mundo sublunar, o mundo dos homens. Essa cosmovisão constituída de subjetividade, valores e morais possibilitou o avanço e estabelecimento da religião e, posteriormente, da Igreja como instituição de poder e regimento ao longo de séculos na sociedade europeia.⁴⁴

Muda-se a roupagem, mas continuam os mesmos no poder. A substituição do feudalismo pelo capitalismo, ou seja, o nascimento do mundo moderno, transfigura a monarquia absolutista detentora de um poder justificado por dogmas católicos por uma burguesia, ainda religiosa, mas sintonizada às reformas protestantes. As transformações dos aspectos econômico, político e social que regiam os modos de vida provocaram mudanças na compreensão do mundo. Devido ao movimento de Ilustração Européia do século XVIII, a fundamentação da ordem social necessitou ser modificada

⁴³ Miller, 2022.

⁴⁴ De Souza, 2010.

para atender os questionamentos de um pensamento racional, o qual criticava a estrutura social baseada na religião.⁴⁵

A revolução científica marca a nova compreensão de mundo pautado na Razão. Galileu é um dos grandes nomes a fundamentar as bases de uma concepção mecanicista do mundo ao apresentar ideias sobre um universo infinito e de fenômenos calculáveis a partir da linguagem geométrica e da matemática, marcando o fim da cosmovisão hierárquica. A natureza passa a ser compreendida não por conceitos subjetivos e valorativos, regida por um ser divino, mas como um conjunto de mecanismos que precisam ser descobertos por novas leis. Assim, as contribuições do cientista representaram um rompimento epistemológico das noções constituídas por simpatias, analogias e esoterismo pelo conhecimento científico.⁴⁶

Se antes o divino proporcionava segurança e alento aos homens, com o desencantamento do mundo imbricando pelo avanço do racionalismo, a confusão e as incertezas marcam os novos modos de vida. Descartes, filósofo moderno, propõe uma metafísica baseada na razão capaz de alcançar um conhecimento certo e verdadeiro, uma verdade absoluta. Sua filosofia defendia um projeto de ciência universal baseado no raciocínio lógico e matemático, contribuindo fortemente para o pensamento ocidental.⁴⁷

A partir dessa base epistemológica, o conhecimento científico assumiu uma posição imperante ao negar o caráter racional às demais formas de conhecimento que não pautavam-se em seus métodos de produção de saber. Como consequência, a Ciência assumiu uma posição totalitária ao produzir hierarquias entre os modos de conhecer o mundo, sobretudo, ao produzir uma separação entre a natureza e o ser humano, o qual torna-se o

⁴⁵ Ibid.

⁴⁶ De Souza, 2010.

⁴⁷ Ibid.

protagonista nessa relação e passa a reconhecer a natureza como território de controle e dominação para os seus interesses.⁴⁸

Essa separação foi uma etapa fundamental nas relações capitalistas. A base matemática torna o conhecer um sinônimo de quantificar. Assim, o conhecimento científico assume uma característica utilitarista, quantificadora e funcional; qualidades intrínsecas às lógicas de demanda e produção capitalista. Desse modo, os detentores desse conhecimento não somente passaram a desenvolver uma ciência a partir de um princípio desenvolvimentista como também a formar uma ala da burguesia, uma vez que o conhecimento científico tornou-se um privilégio epistemológico social.⁴⁹

“Livre” de valores subjetivos, crenças e moral, a Ciência avançou sobre o discurso de representação do mundo a partir de fatos objetivos, verdadeiros e racionais como manobra para destacar-se cada vez mais da religiosidade. Cabe pensar que, historicamente, as características voltadas à subjetividade e à emoção foram associadas à mulher, enquanto o homem seria, portanto, o ser racional e frio. Essa separação generificada contribuiu para uma formação epistemológica androcêntrica, associando no pensamento ocidental o conhecimento científico à figura masculina.⁵⁰ As consequências dessa separação transformaram ontologicamente as relações de gênero na ciência e contribuíram para justificar o processo de dominação masculina diante de todas as demais identidades que fogem do quadro normativo.

A Ciência dura e objetiva (e masculina) foi universalizada à medida que pregava descobrir a verdade. Assim, o conhecimento científico assumiu um caráter de neutralidade, acima de discussões morais, como se fosse capaz de representar o mundo pelo que ele é e não pelo regimento de uma divindade. Como consequência, a

⁴⁸ Ibid.

⁴⁹ Ibid.

⁵⁰ Stengers, 2023.

produção de uma Ciência dura, fria, racional, objetiva, legitimou o controle do homem sobre a natureza para atender as demandas do mundo moderno e livre de questionamentos éticos.⁵¹

Esse cenário se fortaleceu cada vez mais com a finalidade de negar o poder e ação da Igreja e instituir uma nova forma de controle da sociedade e da natureza. A burguesia se apropriou do discurso racionalista e assumiu cada vez mais o poder político à medida que substituiu os dogmas da religião pelo conhecimento científico. Dessa forma, a Ciência tornou-se a nova crença para justificar os costumes e instituições da sociedade moderna com a finalidade atender às demandas do capitalismo.⁵²

Essa nova religião, inquestionável, acima do bem e do mal, ficou conhecida como cientificismo, a qual estabeleceu-se a partir de diversos processos de dominação. Não à toa, expressões como “comprovado cientificamente” ou somente à palavra “ciência” afasta grande parte da sociedade que não se considera capaz de compreender esse conhecimento – que, por muitas vezes, propositalmente, se apresenta de maneira obscura e indecifrável. Essa complexidade discursiva faz parte do quadro de manutenção do poder daqueles que detém tal conhecimento, o que mais uma vez, remete a um cenário de uma hierarquia religiosa.⁵³

Com o avanço do domínio e exploração da natureza, o conhecimento científico acabou por validar a sua posição também a partir da produção de tecnologias com o propósito de atender a demanda de uma população crescente. A Ciência torna-se valorosa à medida que produz novas ferramentas de exploração da natureza em um processo de desenvolvimento contínuo e acelerado. Assim, o mercado passa a ditar o valor sobre quais os conhecimentos científicos são úteis para sustentar as estruturas do capitalismo.⁵⁴

A Ciência e o capitalismo surgem concomitantemente na sociedade moderna e continuam em uma profunda relação desde

⁵¹ De Souza, 2010.

⁵² Feenberg, 2010.

⁵³ De Souza, 2010.

⁵⁴ Ibid.

então. Entretanto, no cenário contemporâneo, essa relação talvez tenha se tornado desarmônica para uma das partes. As características da ciência continuam presentes na fase neoliberal do capitalismo: neutra, de valor universal, subjuga os demais conhecimentos que fogem ao método científico experimental, factual e baseada em quantificações para assumir um controle, dominação e exploração da natureza. Contudo, o neoliberalismo avançou de tal forma que transformou a ciência em um produto mercantil.⁵⁵

A mercantilização da ciência foi um processo inevitável diante do domínio do neoliberalismo em todas as esferas da sociedade. A reforma universitária, apoiada pelo Banco Mundial, visa transformar a educação em uma mercadoria, em outras palavras, torná-la útil, retirando valores humanísticos e o pensamento crítico – aspectos essenciais para a formação de um cidadão ativo e político em sociedade. Assim, a educação utilitária forma indivíduos passivos para participar da sociedade cada vez mais acrítica quanto aos processos de dominação e desigualdade social.⁵⁶

Caminhamos, portanto, com a nossa discussão para o cenário escolar: uma instituição implicada com a normatividade e que insiste em reproduzir desigualdades de classe, étnico-raciais, e de gênero, dentre outras.⁵⁷ Como anuncia o título desse capítulo, acreditamos que os estudos *queer*, enquanto uma linha dos estudos de gênero, apresenta contribuições importantes para transviarmos o quadro normativo social e educacional. Entretanto, o “gênero” se tornou uma grande ameaça para a democracia pela perspectiva de alguns atores sociais. Assim, precisamos compreender o que, realmente, está em jogo quando uma educação preocupada com a pluralidade é colocada como uma ameaça em escala global.

⁵⁵ De Souza, 2010.

⁵⁶ De Souza, 2010.

⁵⁷ Louro, 1997.

O gênero como ameaça

Em seu texto mais recente, Judith Butler explora como instituições e grupos sociais conservadores têm fabricado o medo do gênero a partir de uma farsa discursiva com o objetivo de manter o quadro de desigualdades. Longe das construções e contribuições acadêmicas, países como a Rússia consideraram o gênero como uma ameaça à segurança nacional, enquanto o Vaticano considerou o termo como uma ameaça à civilização e um risco para o “homem”. Por conseguinte, no cenário estadunidense, o termo tem sido utilizado em campanhas eleitorais alinhadas ao “movimento contra ideologia de gênero” como um sinônimo de pedofilia ou uma forma de doutrinação nas escolas para tornar as crianças em *gays*.⁵⁸

No Brasil, o cenário é bastante similar ao contexto global. O ex-presidente Bolsonaro mobilizou um temor acerca dos riscos à ordem heterossexual e à família tradicional brasileira durante grande parte de sua campanha eleitoral em 2018 e posteriormente em seu governo, veiculando um conjunto de falácias através da “ideologia de gênero” (concepção de que a educação sobre gênero para crianças está associada ao abuso infantil). Nesse sentido, o que se coloca é o avanço de um projeto político mobilizado e protagonizado pelas elites para impor seus valores como forma de distinção e estratificação social. Como consequência, a decisão de políticas públicas continua reservada às mãos de atores e alas conservadoras neoliberais que expandem sua dominação e restringem a cidadania dos corpos dissidentes por meio da mobilização dos anseios e medos de um cidadão cada vez condicionado a ser passivo e alheio às desigualdades.⁵⁹

Os anseios e medos do mundo moderno são reais. Enfrentamos uma crise climática causada pela destruição ambiental, assistimos a guerra desumana entre Israel e Palestina, migrações forçadas, falta de

⁵⁸ Butter, 2023.

⁵⁹ Ibid.

serviços sociais básicos, racismo, LGBTfobia e machismo que atingem níveis extremos ao ceifar a vida de tantas vítimas. Em outras palavras, problemas graves e reais que evidenciam a instabilidade e o fracasso das democracias neoliberais. Entretanto, o horror e pesadelo da direita neoliberal são, na verdade, as ações que põem em risco o poder patriarcal, a unidade familiar heteronormativa, as migrações que ameaçam as noções tradicionais de nacionalidade, a supremacia branca, o nacionalismo cristão, dentre outros. A exploração desses medos por movimentos de direita, instituições e Estados revelam que não estamos defendendo ou em busca de um mesmo projeto de democracia. Portanto, os temores mobilizados evidenciam quais os compromissos privilegiados e norteadores na produção de políticas públicas e, sobretudo, quais os grupos que são reconhecidos como cidadãos para que desfrutem de tais serviços sociais.⁶⁰

Em 2015, o Papa Francisco declarou que a “teoria de gênero” contemporânea seria composta por novos herodianos⁶¹ dispostos a destruir a família e a criação. Durante a sua declaração, ele alerta e compara a “teoria de gênero” – sem deixar claro o que compreende com essa expressão –, a uma bomba nuclear, a qual tem o poder de aniquilar um número grande de seres humanos. A retórica utilizada pela figura de maior autoridade na Igreja católica é absurda e estratégica. Como Butler coloca em sua análise, se o gênero é uma bomba nuclear, ela precisa ser desativada. Assim, a autora apresenta que o gênero tem sido mobilizado como um fantasma por Estados, igrejas e movimentos políticos como instrumentalização das pessoas, “de modo que elas retornem às suas fileiras, aceitem a censura e externalizem seu medo e ódio contra comunidades vulneráveis”.⁶²

Movimentar a ideia dos poderes destrutivos de gênero apresenta-se como um mecanismo de produção de medo por aqueles que desejam ampliar seus poderes estatais a fim de

⁶⁰ Ibid.

⁶¹ Uma alusão a Herodes, um rei do território da Judéia do Império Romano que ficou conhecido como louco por assassinar a própria família e inúmeros rabinos.

⁶² Butler, 2024.

restabelecer a estabilidade da ordem patriarcal. Sob o discurso de esperança, redenção e restauração, esse projeto busca reconduzir o mundo a uma ordem patriarcal idealizada, que talvez nunca tenha existido anteriormente, mas que cumprem um aspecto histórico e natural associado a um Estado forte. Essa retórica mobiliza o medo nas pessoas de modo que elas apoiem cada vez mais a destruição de movimentos sociais e políticas públicas direcionadas aos grupos orientados pelo gênero. Como consequência, “à medida que o pânico aumenta, dá-se carta branca para que o Estado possa negar a vida daquelas pessoas que passaram a representar (...) uma ameaça à nação”.⁶³

O medo do gênero é levado a uma dimensão extrema. Quando a retórica da “ideologia de gênero” é utilizada como um instrumento nefasto e destrutivo das crianças e do público, o termo “gênero” substitui um conjunto de ansiedades da sociedade e torna-se um alvo a ser eliminado. O que se coloca é que essa arquitetura de controle se apresenta como uma forma de organizar o mundo através do temor. Assim, o movimento antigênero ganha apoio para que tanto o termo quanto seus supostos efeitos sejam erradicados juntamente com práticas, instituições e políticas que buscaram expandir a liberdade e igualdade àqueles que ainda são marginalizados, seja pelo gênero, sexualidade, etnia, raça ou classe.

Diante desse cenário, Judith Butler questiona o leitor sobre como podemos combater o fantasma do gênero antes que ele assuma uma posição lamentável quanto aos avanços na direção da justiça social. A partir desse convite, pensamos que a história do movimento *queer* pode ser um exemplo quanto ao que idealizamos em um cidadão ativo orientado para a justiça social. Assim, caminhamos, finalmente, para as reflexões sobre a posição do Ensino de Ciências diante de toda a trama discutida até o momento.

⁶³ Miller, 2022.

Tessituras entre o Ensino de Ciências e a Democracia Queer

A partir do panorama do surgimento da Ciência, suas epistemologias eurocêntricas e o avanço do neoliberalismo na produção do conhecimento e educação, cabe refletirmos sobre a posição do Sul Global diante dessas questões. Se a Ciência surgiu baseada em aspectos de dominação, qual a posição do Ensino de Ciências quanto a sua contribuição para a formação de cidadãos? Servir de instrumento para a manutenção da hegemonia e estrutura do capitalismo? Reproduzir um conhecimento científico androcêntrico que continua a promover a exclusão de identidades dissidentes? Ou, ainda, promover uma educação disfarçada de transgressora a partir de um discurso de cidadania comprometido com os ideais neoliberais?

A escola apresenta-se como uma instituição fundamental na formação de cidadãos voltados para a alteridade social. Entretanto, como Guacira Louro aponta, é justamente essa uma dos principais espaços de socialização que (re)produzem desigualdades de gênero e sexualidade por meio da heteronormatividade que constitui todo o processo formativo: o currículo, a separação de atividades e habilidades por gênero e a formação docente.⁶⁴ Dessa forma, sem uma profunda reflexão crítica sobre os seus compromissos e objetivos políticos, a educação escolar pode contribuir com uma formação cidadã baseada na exclusão e reprodução de desigualdades.

Quando olhamos para o cenário brasileiro, encontramos um avanço de movimentos e grupos ultraconservadores empenhados na censura e desarticulação de práticas pedagógicas escolares que visam a justiça social. O trabalho de Amanda Mattos aborda o truque discursivo acerca da “ideologia de gênero”, um termo produzido por esses grupos sob a alegação de que a escola e o corpo docente seriam capazes de impor aos estudantes diferentes sexualidades, comprometendo os valores morais da família

⁶⁴ Louro, 1997.

tradicional – em outras palavras, o núcleo familiar branco, heterossexual e cristão.⁶⁵ Esses grupos são compostos por diversos atores e estão presentes em diferentes níveis institucionais, tanto na produção de políticas públicas quanto na esfera jurídica. Assim, a decisão sobre quem participa da sociedade está nas mãos de indivíduos que marginalizam a pluralidade dos corpos e, sobretudo, atuam efetivamente na exclusão da diferença. Cabe ressaltar que os compromissos desses grupos ultraconservadores estão intrinsecamente motivados por noções do neoliberalismo à medida que produzem projetos de lei e, até mesmo a construção da atual Base Nacional Comum Curricular, que valoriza um ensino tecnicista e individualizante. Ainda, utilizam o argumento de que as escolas estariam restringindo as liberdades individuais quando os professores levantam questões e discussões acerca do respeito às diferenças. Entretanto, as liberdades tão mencionadas por esses grupos são, na verdade, a manutenção da liberdade familiar, de uma família abstrata, idealista, branca, classista, cristã e heteronormativa.

O que realmente está em jogo é a possibilidade da mudança. O perigo que se apresenta para esses grupos é a ameaça de alteridade de poder quanto às dinâmicas de dominação. Quando os professores e professoras discutem com os estudantes sobre os processos de dominação a partir dos papéis de gênero, do patriarcado e da heteronormatividade, revela-se a possibilidade de resistência à estrutura de dominação familiar. Se a escola assume uma posição de reflexão e desarticulação sobre as desigualdades e violências de gênero e sexualidade, promove-se uma formação de um sujeito voltado para reconhecer injustiças nas mazelas produzidas em sociedade. Como consequência, os papéis fixos, fundamentais para o corpo morfológico se tornam instáveis porque revela-se a possibilidade de mudança. Sem o subjugamento da mulher e o esvaziamento da heterossexualidade como máquina reprodutora do capitalismo, rompe-se o maquinário do *social as*

⁶⁵ De Matos, 2018 .

body. A repressão organizada por esses grupos ultraconservadores quanto às discussões de gênero e sexualidade na escola são, como Daniel Miller evidencia, respostas disfóricas para ocultar tudo o que revela o grotesco no corpo social e, como potência, possibilitam a ruptura de toda a estrutura social. Portanto, a educação escolar apresenta um papel fundamental para a alteridade desse cenário.

O trabalho de Rosa, Lima e Cavalcanti intitulado “De que cidadania estamos falando? Uma revisão de literatura das pesquisas em educação em Ciências com perspectiva de formação para a cidadania”, apresenta contribuições relevantes para a compreensão do cenário de educação em ciências a partir de um discurso amplamente utilizado pelos pesquisadores dessa área: a formação cidadã. Os autores realizaram uma revisão em periódicos nacionais por meio de sites e buscadores das revistas de Qualis A1, A2 e B1, selecionando artigos publicados no quadriênio 2013-2016 que continham em seus títulos as palavras “cidadania” e “ciências”.⁶⁶

Ao todo, foram selecionados e analisados 64 artigos. Rosa, Lima e Cavalcanti apontam um crescimento na produção de trabalhos desse tema, especialmente no Ensino Fundamental. Entretanto, de modo geral, os autores apontam que a área ainda carece de uma rigorosidade quanto à temática da cidadania à medida que as contextualizações realizadas estão alinhadas aos princípios liberais, tanto por professores quanto por estudantes. Ademais, ressaltam a necessidade de profundas investigações sobre quais os compromissos políticos e sociocientíficos privilegiados ao longo da formação inicial de professores de ciências e quais abordagens podem ampliar as suas perspectivas nessa temática. Por fim, o grupo destaca a escassez de trabalhos que discutam questões identitárias, raciais e de gênero pelo diálogo entre o Ensino de Ciências e cidadania, o que para os autores é um

⁶⁶ Rosa; Lima; Cavalcanti, 2023.

sinal da dificuldade da área em conceber as suas ciências como instrumentos para a superação das desigualdades e justiça social.⁶⁷

Uma das questões que surgem no panorama das discussões sobre uma educação voltada para a cidadania é quanto a sua polissemia. Como aponta Silva, cada modelo de sociedade concebe um ideal de cidadão, ou seja, um sujeito.⁶⁸ Assim, quando o termo cidadania é utilizado apenas como um *slogan* afastado de reflexões sobre os fundamentos e compromissos políticos que o constitui, podemos encontrar contradições e, sobretudo, um projeto de educação que contribui para a reprodução de desigualdades, mesmo que não se tenha dimensão desse fator.

O trabalho de Rosa, Lima e Cavalcanti toma como base as discussões de Pinhão e Martins sobre os diferentes modelos democráticos organizacionais e seus ideais de cidadão: modelo democrático liberal clássico, modelo democrático liberal multicultural, modelo republicano, modelo democrático procedimental e o modelo democrático participativo. Com o intuito de realizar tessituras com a democracia *queer*, pensamos que o modelo democrático participativo apresenta uma configuração política afim quanto ao que buscamos no Ensino de Ciências. Tal modelo tem como objetivo romper com figuras produzidas por Estados autoritários na busca por um cenário mais inclusivo e de superação de processos de opressão.⁶⁹ Boaventura de Souza Santos aponta que as condições que conduzem a formação de democracias participativas são variadas e dependem das demandas de cada sociedade, mas ressalta que o modelo valoriza a participação e comunhão de saberes para as decisões políticas.⁷⁰

Por conseguinte, o cidadão participativo, sujeito idealizado por este projeto, desempenha a sua ação voltada para a solução de problemas de sua comunidade, participação em projetos e fóruns que beneficiam o coletivo e coloca as suas opiniões sobre questões

⁶⁷ Ibid.

⁶⁸ Silva, 2010.

⁶⁹ Pinhão; Martins 2016.

⁷⁰ Santos, 2002.

sociocientíficas a partir de subsídios fornecidos pelo Ensino em Ciências. Sobretudo, esse ideal de cidadão afasta-se de perspectivas neoliberais que concebem um sujeito individualmente responsável por mazelas na sociedade quando possibilita um contexto cultural e histórico a partir de contextos de lógica socializante. Assim, o cidadão participativo está orientado para a justiça social, capaz de assumir a sua responsabilidade diante de problemas sociais estruturais enquanto reconhece criticamente a dimensão do projeto capitalista na manutenção da desigualdade.⁷¹

Sendo assim, pensamos que a história do movimento *queer* pode ser um exemplo de combate e o que pensamos em um cidadão ativo orientado para a justiça social. A crise da *aids* nos Estados Unidos no final da década de 1980 teve um efeito devastador na população LGBTQ+, afetando principalmente homens gays e mulheres trans. Sob a presidência do presidente conservador Ronald Reagan, parte do governo dos Estados Unidos se recusou a desenvolver políticas públicas que tratassem adequadamente da epidemia, eximindo a responsabilidade do Estado quanto aos afetados pela doença e produzindo um estigma social em torno das fatalidades. Nesse contexto, surgiram os grupos ativistas como o Act Up e Queer Nation, mobilizados com o objetivo de reivindicar tratamentos para as pessoas com *aids*, mudanças na legislação e desenvolvimento de políticas públicas em busca de melhores condições de vida da comunidade.⁷²

Para além da busca por maneiras de enfrentar a crise, esses grupos se mobilizaram para combater o estigma acerca de grupos marginalizados, em especial, a comunidade LGBTQ+. Suas ações envolveram campanhas de conscientização através das mídias e das artes, arrecadação de fundos para as casas de acolhimento e patrulhas nas ruas para combater a violência LGBTQfóbica. Cabe ressaltar que esses grupos não buscavam uma assimilação ao quadro normativo, mas desempenhavam uma cidadania ativa

⁷¹ Pinhão; Martins 2016.

⁷² Amaral, 2023.

através de uma conduta de enfrentamento por meio de uma subjetividade barulhenta, desviante, suja e problemática, com o intuito de afastamento de um ativismo polido e assimilacionista que pouco buscava romper com o cenário de violência e desigualdade. Dessa forma, acreditamos que o movimento *queer* nos inspira a idealizar o cidadão ativo em uma democracia *queer*.⁷³

Diante das epistemológicas fundantes da Ciência e sua íntima relação com o capitalismo, pensamos que o *Ensino de Ciências* não pode ser mais um instrumento de reprodução das concepções basilares do conhecimento científico e, como consequência, reprodutora de desigualdades. O ensino de ciências, tradicionalmente concebido como um espaço de transmissão de conhecimentos científicos neutros e universais, tem sido alvo de críticas por sua associação a práticas pedagógicas que reforçam desigualdades sociais e exclusões. Ao perpetuar uma epistemologia hegemônica e androcêntrica, essa abordagem contribui para a marginalização de grupos subalternizados, como mulheres, pessoas LGBTQIA+ e minorias étnicas.⁷⁴

Por outro lado, não se trata aqui de uma proposta para abolir a apresentação dos conteúdos científicos na escola. Gramsci já nos apontou o lugar incontornável da aquisição do domínio simbólico da classe hegemônica como etapa de emancipação da classe trabalhadora. Assim, a aprendizagem dos conhecimentos científicos, que permitiram o domínio da esfera pública pela classe burguesa na Modernidade, é crucial para que os oprimidos possam fazer a leitura crítica de mundo proposta por Freire e, a partir daí, transformar a sociedade.⁷⁵

Santos argumenta que o ensino de Ciências, em sua forma tradicional, reproduz uma “educação bancária”, na qual o conhecimento é depositado nos estudantes de forma passiva, desconsiderando suas experiências e realidades. Essa abordagem,

⁷³ Ibid.

⁷⁴ Hughes, 2000 e Fernandes; Noronha; Fraga, 2017.

⁷⁵ De Lima; Silva; Santos, 2019.

além de despolitizar o conhecimento científico, legitima a ordem social vigente e os interesses dos grupos dominantes.⁷⁶

A formação inicial de professores, por sua vez, raramente aborda de forma crítica as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, limitando a capacidade dos docentes de promover práticas pedagógicas que desafiem as normas e os valores hegemônicos. Conseqüentemente, os estudantes são expostos a um ensino de Ciências que reforça estereótipos de gênero e naturaliza desigualdades sociais.⁷⁷

Como abordamos em estudos anteriores⁷⁸, defendemos que o Ensino de Ciências deve assumir um papel de responsabilização diante desse cenário. Acreditamos que currículos e práticas pedagógicas fundamentadas no Enfoque CTS (Ciência, Tecnologia, Sociedade) em diálogo com os estudos *queer* permitem que o Ensino de Ciências afaste-se de uma educação tecnicista para uma cidadania utilitária ao promover uma educação humanística voltada à justiça social. Quando abordamos a necessidade de desenvolver a tomada de decisão baseada em valores nas abordagens CTS, estamos falando sobre a formação de cidadãos capazes de desempenhar uma cidadania efetiva, ou seja, agir de forma crítica e responsável diante das decisões públicas enquanto reconhece os mecanismos do capitalismo. Dessa forma, o que estamos debatendo é a necessidade de um projeto educacional que tenha como objetivo a formação de um sujeito crítico ativo em sociedade ao rejeitando a sua transformação em *homo oeconomicus*.

As discussões realizadas no trabalho de Silva, Santos e Silva revelam a importância de evidenciar aos estudantes que as dissidências e as inadequações do anormais, – apesar da perspectiva disposicional – são frutos de um regime normativo produzido socialmente.⁷⁹ Assim, faz-se necessário que o Ensino de Ciências posicione-se como veículo para a desarticulação da democracia

⁷⁶ Santos, 2008.

⁷⁷ Da Silva et al., 2021.

⁷⁸ Silva, Santos; Silva, 2023.

⁷⁹ Ibid.

neoliberal gerenciada à medida que expande as noções de cidadania e atuação política com os discentes da educação básica e na formação de professores. Isto é, através do conhecimento científico humanístico, a Química, a Física e a Biologia devem possibilitar caminhos para que os estudantes possam desempenhar seus papéis como cidadãos para além dos processos eleitorais. Dessa forma, que esse cidadão consiga participar efetivamente da sociedade, desde o seu reconhecimento pleno enquanto pertencente à *polis* até a produção de políticas públicas que incluam grupos marginalizados pela etnia, raça, gênero, sexualidade e ou classe.

Para superar essa situação, é necessário promover um ensino de Ciências que seja crítico, reflexivo e comprometido com a justiça social. A abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) oferece um caminho promissor para a construção de um ensino de Ciências mais inclusivo e democrático. Ao conectar os conteúdos científicos às questões sociais e ambientais, essa abordagem possibilita aos estudantes desenvolverem um olhar crítico sobre o mundo e a capacidade de agir como agentes de transformação social.

A educação em Ciências tem um papel fundamental na formação de cidadãos críticos e engajados. Ao invés de se limitarem à mera transmissão de informações, as abordagens em Ciências devem promover uma aprendizagem crítica e transformadora, na qual os estudantes se reconheçam como agentes ativos na construção do conhecimento. Essa perspectiva, defendida por Lima e Siqueira, implica em uma educação científica que não apenas informe, mas que também empodere os sujeitos, possibilitando-lhes questionar e transformar o mundo ao seu redor.⁸⁰ Seguindo essa linha de pensamento, Santos propõe a superação de um modelo de ciência excludente e neutro a serviço dos interesses dominantes, em favor de uma educação científica comprometida com a justiça social e a equidade.⁸¹

⁸⁰ Lima; Siqueira, 2013.

⁸¹ Santos, 2008.

A incorporação dos estudos *queer* ao ensino de Ciências pode contribuir ainda mais para a desconstrução de identidades fixas e binárias, promovendo a pluralidade e a inclusão. Ao questionar as normas de gênero e sexualidade, essa abordagem pode promover a formação de cidadãos empenhados na busca por expandir a cidadania para identidades marginalizadas.

Portanto, urge a necessidade de desenvolver práticas pedagógicas em Ensino de Ciências declaradamente posicionadas para a construção de uma democracia participativa a partir de uma formação de cidadão orientado para a justiça social. As tessituras entre o Enfoque CTS e os estudos *queer* possibilitam construções robustas para que as práticas sejam fundamentadas em uma pedagogia transgressora, de alteridade social. Assim, acreditamos que o Ensino de Ciências apresenta-se como um campo político de atuação possível para a construção de uma democracia *queer*.

Conclusão

Ao longo deste capítulo buscamos evidenciar as implicações do avanço do neoliberalismo no projeto de democracia e seus efeitos na esfera social, política e cultural. É inegável como os ideais neoliberais modificaram ontologicamente os cidadãos transformando-os em meros consumidores passivos diante do cenário de desigualdade social. Assim, o Estado, tomado pelas demandas do setor privado, privilegia os interesses econômicos em detrimento da responsabilidade com o público.

Diante desse cenário, a democracia *queer* de Daniel Miller nos possibilita vislumbrar e um projeto democrático outro, um resgate da esfera pública e um desejo por construir um panorama mais justo para tantos e tantas que seguem à margem da sociedade. Construir uma democracia *queer* significa romper com os processos normativos de adequação dos corpos para atender as demandas do projeto capitalista; significa restabelecer o compromisso do Estado com a justiça social para que mais e mais subjetividades possam gozar de uma plena cidadania.

Este capítulo contribui com reflexões para que nós, professores e professoras de Ensino de Ciências, realizemos uma investigação interna sobre os verdadeiros compromissos que acompanham as nossas práticas e *ethos* em sala de aula. Precisamos discutir de maneira crítica sobre a formação que desejamos promover a partir do conhecimento científico para que não nos enganemos com práticas travestidas de transgressoras, mas que apenas reforçam o quadro hegemônico de dominação.

As colocações deste estudo compreendem as suas limitações. Discussões sobre democracia e cidadania são complexas e dificilmente esgotam-se em algumas páginas. Entretanto, são extremamente necessárias para que a Química, a Física e a Biologia possam assumir as suas responsabilidades diante de questões contemporâneas. Além disso, reconhecemos o desafio de estabelecer correlações entre o conhecimento científico e discussões humanísticas como as discussões de gênero e sexualidade. Porém, o esforço é necessário para que possamos, em sala de aula, expandir as noções de cidadania quando proporcionamos aos estudantes uma reflexão sobre justiça social para grupos marginalizados.

Os estudos *queer* alinhados ao Enfoque CTS possibilitam caminhos para que o conhecimento científico torne-se um instrumento para a alteridade social. O caráter utilitarista, neutro e hegemônico da Ciência deve ser substituído por um Ensino de Ciências capaz de promover uma aprendizagem crítica e política que possibilite aos estudantes um protagonismo ativo enquanto sujeitos implicados nos diferentes contextos sociais. Assim, esperamos que as reflexões desse texto possam despertar o desejo por produzir práticas pedagógicas a partir do Ensino de Ciências para a promoção de uma democracia *queer*.

Referências

ALMASY, Steve; Riess, Rebekah. "Protesters Pour into Michigan Capitol Calling for End of State of Emergency." CNN. May 1. www.cnn.com/2020/04/30/us/michigan-stay-at-home-protest/index.html. Acesso em: 18 jun 2024. 2020

AMARAL, Luisa. **Por uma ética queer**. n-1 edições, 2023.

ARENDDT, Hannah. **A Condição Humana**. 11ª edição. Forense Universitária, Rio de Janeiro, 2013.

BETTCHER, Talia Mae. "**Trans Identities and First-Person Authority**." In: "You've Changed": Sex Reassignment and Personal Identity, edited by Laurie J. Shrage. Oxford University Press. 2009

BROWN, Wendy. **Undoing the Demos: Neoliberalism's Stealth Revolution**. New York: Zone Books. 2015

BRUBAKER, Rogers. **Trans: Gender and Race in an Age of Unsettled Identities**. Princeton, NJ: Princeton University Press. 2016

BUTLER, Judith. **Quem tem medo do gênero?**. Boitempo Editorial, 2024.

CARLISLE, Madeleine. "Former Minneapolis Police Officer Derek Chauvin Charged with Third-Degree Murder and Manslaughter in George Floyd's Killing." Time. May 29. <https://time.com/5844816/derek-chauvin-arrested-george-floyd-minneapolis/>. Acesso em: 18 jun 2024. 2020.

DA SILVA, Lohrene de Lima et al. **NÃO SE NASCE CIENTISTA, TORNA-SE: Reflexões sobre a performatividade de gênero associada ao ensino de ciência, tecnologia e sociedade**. **Revista Ciências & Ideias** ISSN: 2176-1477, p. 146-160, 2021.

DE LIMA, Janiara Medeiros; SILVA, Moisés; SANTOS, Silvio Marcos Dias. Política, democracia e educação no Brasil: Uma breve análise à luz do caderno 13 de Gramsci. **Revista Enfil**, n. 10, p. 21-21, 2019.

DE MATOS, Amanda Pedrosa. Discursos ultraconservadores e o truque da "ideologia de gênero": gênero e sexualidades em disputa na educação. **Revista Psicologia Política**, v. 18, n. 43, p. 573-586, 2018.

FEENBERG, Andrew. O que é a filosofia da tecnologia. **Racionalização democrática, poder e tecnologia**, v. 3, p. 39-51. 2010.

FERNANDES, Alice; NORONHA, Isabela; FRAGA, Lais. O elefante na sala de aula: gênero e CTS para o ensino de Engenharia. **Anais dos Encontros Nacionais de Engenharia e Desenvolvimento Social**, v. 14, n. 1, 2017.

HONIG, Bonnie. **Emergency Politics: Paradox, Law, Democracy**. Princeton: Princeton University Press. 2009.

HUGHES, Gwyneth. Marginalization of Socioscientific Material in Science–Technology–Society Science Curricula: Some Implications for Gender Inclusivity and Curriculum Reform. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 5, p. 426–440, 2000.

LEAL, Giuliana Franco. Alteridade, vida pública e educação: discussões a partir de Richard Sennet e Zygmunt Bauman. **Revista de Ciências Humanas**, v. 51, n. 1, p. 144-157, 2017.

LEFORT, Claude. **Democracy and Political Theory**, translated by David Macey. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press. 1988.

LIPTAK, Kevin. "Trump Tweets Support for Michigan Protesters, Some of Whom Were Armed, as 2020 Stress Mounts." CNN. May 1. www.cnn.com/2020/05/01/politics/donald-trump-michigan-gretchen-whitmer-protests/index.html. Acesso em: 18 jun 2020.

MILLER, Daniel D. **Queer democracy: desire, dysphoria, and the body politic**. Routledge, 2022.

PINHÃO, Francine; MARTINS, Isabel. Cidadania e ensino de ciências: questões para o debate. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 18, p. 9-29, 2016.

ROSA, Gabriela Gomes; LIMA, Nathan Willig; CALVACANTI, Cláudio José de Holanda. De que cidadania estamos falando? Uma revisão de literatura das pesquisas em educação em ciências com perspectiva de formação para cidadania. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 25, p. e45653, 2023.

SALAMON, Gayle. **Assuming a Body: Transgender and Rhetorics of Materiality**. New York: Columbia University Press. 2010

SANTOS, Boaventura De Souza. **Democratizar a democracia: os caminhos da democracia participativa**. Civilização Brasileira. 2002.

SANTOS, Wildson Luiz P. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Revista Alexandria**. V.1, n.1, p.109-131, 2008.

SILVA, Caio Gentil Nascimento Da; Santos, Marcos André Ferreira de Araujo; Silva, Joaquim Fernando Mendes da. Da norma ao anormal: aproximações e tensões sobre os estudos *queer* para um ensino de ciências transgressor. Anais do XIV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Campina Grande: **Realize Editora**, 2023.

SILVA, Tadeu. **Documentos de Identidade: Uma Introdução às teorias do currículo**. Autentica. 2010.

SOUZA, Julia Paula Motta de. Ciência e capitalismo. **Filosofia e educação**, v. 2, n. 2, p. 266-280, 2010.

STENGERS, Isabelle. **Uma outra ciência é possível: manifesto por uma desaceleração das ciências**. tradução Fernando Silva e Silva. 1 ed. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2023.

STRYKER, Susan. **“My Words to Victor Frankenstein Above the Village of Chamounix: Performing Transgender Rage.”** In *The Transgender Studies Reader*, edited by Susan Stryker and Stephen Whittle, 244–256. London: Routledge. 2006

SULLIVAN, Nikki. "**Transmogrification: (Un)Becoming Others.**" In *The Transgender Studies Reader*, edited by Susan Stryker and Stephen Whittle, 552–573. London: Routledge. 2006

WOLIN, Sheldon. **Democracy Inc.:** Managed Democracy and the Specter of Inverted Totalitarianism. Princeton: Princeton University Press. 2008

Capítulo 5

Estilos de pensamento em Educação CTS na produção acadêmica brasileira: uma análise a partir de periódicos latino-americanos

Tamara Dias Domiciano
Leonir Lorenzetti

Introdução

A história da América Latina retrata a violência que marca a dominação ocidental sobre os países, uma vez colonizados, mas ainda não completamente libertos de suas correntes. O controle, que vai do político e econômico, até o sociocultural, apesar de escondidos muito bem por aqueles que lançam a região à margem do mundo, ainda existem.

Não temos espaço e fugiremos demais do objetivo deste ensaio, nos lançando em um resgate histórico do processo de colonização à democratização da América Latina. Nos restringimos aqui a tratar dos processos que resultaram no cenário atual de pesquisa em educação CTS no Brasil, por meio de um estudo documental realizado em periódicos latino-americanos e permeado por entrevistas com pesquisadores do campo.

Os estudos sobre as interrelações ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e seus desdobramentos no âmbito educacional, emergiu após a Segunda Guerra Mundial, num período marcado pela ascensão do poder da ciência (Silva, 2015). No entanto, esse poder não veio sem consequências negativas, incluindo exploração de mão de obra, extração descontrolada de recursos naturais, e contaminação ambiental por resíduos industriais e agrotóxicos,

além da extinção de espécies e degradação de ecossistemas. Episódios do pós-guerra geraram questionamentos sobre os benefícios reais dos avanços científicos para a sociedade (Palacios *et al.*, 2003). Essas questões deram origem a movimentos sociais e acadêmicos que culminaram nos estudos sociais da ciência e tecnologia, ou estudos CTS.

Pesquisadores do campo destacam que ciência e tecnologia não são neutras, mostrando como fatores políticos, econômicos, culturais, e sociais influenciam sua trajetória (Auler, 2002). Apesar de não mencionar propriamente estudos CTS, Ludwik Fleck (1896-1961), médico e epistemólogo ucraniano, explorou a produção do conhecimento científico em seus trabalhos durante a década de 1930, introduzindo o conceito de "fato científico" como algo moldado pela interação entre pesquisadores e seu ambiente cultural.

Fleck (2010) argumenta que a ciência moderna é um esforço coletivo e dinâmico, influenciado por estilos de pensamento, coletivos de pensamento e circulação de ideias. Ele enfatiza a importância de uma análise sociológica na compreensão da produção do conhecimento, princípios que se alinham aos estudos CTS e à educação CTS.

Ademais, o autor introduz a ideia de "atmosfera social", que é moldada por fatores históricos, axiológicos e políticos de determinados contextos, que por sua vez, é determinante no processo de construção de conhecimentos, que ao ser transportado para outro contexto, segundo Fleck (2010, p. 161) "provoca uma mudança desses valores [...] passando pela mudança completa do sentido até a aniquilação de qualquer sentido". Se trazermos para o contexto desta pesquisa, a incorporação de pressupostos da educação CTS de países desenvolvidos, com macroestruturas econômicas e políticas, em uma região subdesenvolvida e marginalizadas como o Brasil, implica em complicações, uma vez que a atmosfera social é completamente distinta.

Todavia, em um movimento de manter conhecimentos produzidos em uma metrópole de fora como verdadeiro, todo saber uma vez produzido em sociedades marginalizadas sequer

são consideradas ciências, mantendo o movimento de adoção acrítica de formas de pensar e, por consequência, de praticar a educação, uma tentativa de ascensão para o *status* de países desenvolvidos. Fleck (2010, p. 160) aponta que essa tentativa de manutenção de um estilo de pensamento pode, inclusive, se materializar como “uma coerção da mais violenta espécie, uma vez que não se torna consciente como poder, mas como uma necessidade óbvia”.

Refletindo sobre todo o exposto até aqui, podemos questionar: afinal, se as práticas de educação CTS deram certo em outros países, por que aqui não chegaríamos aos mesmos resultados? Entretanto, o que se tira dessa equação são as condições de desigualdade existentes entre os países e sua sociedade.

Neste texto, apresentamos o recorte de uma pesquisa de doutoramento, com o objetivo de identificar as fases de instauração, extensão e transformação de estilos de pensamento em educação CTS na pesquisa acadêmica brasileira. Para isso, utilizamos uma pesquisa documental e entrevistas com pesquisadores, para compor nosso *corpus* de análise. Na sequência, expomos brevemente a epistemologia de Ludwick Fleck que nos auxiliou a alcançar este objetivo.

A epistemologia de Ludwik Fleck como referencial analítico da produção acadêmica

Por muito tempo, a ciência foi vista como um empreendimento neutro e objetivo, dominado por homens brancos, gênios, e isolados em torres de marfim. Essa visão foi desafiada por diversos pesquisadores, dentre eles Ludwik Fleck, cujo trabalho questionou essa percepção e destacou a natureza coletiva e cultural da ciência. Fleck, nascido em 1896 na Ucrânia, foi um médico e filósofo judeu cujas contribuições para a epistemologia só foram reconhecidas postumamente. Em seus trabalhos, questionou a visão tradicional da ciência, destacando aspectos sociológicos, históricos e culturais na construção do conhecimento científico.

Seu livro "Gênese e Desenvolvimento de um Fato Científico", publicado em 1935, através da análise do conceito nosológico de sífilis, destaca que elementos sociais, culturais, políticos e econômicos definem o que deve ser investigado, mostrando que a atividade científica é direcionada por uma atmosfera social. Esse ambiente, junto com as tradições e teorias de uma comunidade científica, molda um estilo de pensamento (EP), que determina como os fatos científicos são percebidos e interpretados.

O EP é uma coerção definida de pensamento, abrangendo a totalidade das disposições mentais e orientando a percepção e a ação. Ele direciona os métodos, teorias e questões investigadas pela comunidade científica, influenciando até mesmo a formulação das perguntas a serem feitas. Por exemplo, o interesse na sífilis em detrimento da tuberculose reflete o impacto de fatores externos, como o caráter moral da doença e pressões sociais (Fleck, 2010).

O EP passa por duas fases: clássica e de complicações. Na fase clássica, os fatos que se encaixam no EP são percebidos, enquanto na fase de complicações, as exceções se manifestam, levando a transformações no estilo de pensamento. O EP não é imutável, podendo evoluir para uma nova fase que incorpora novos conhecimentos e perspectivas.

O novo EP que emerge após as complicações não é necessariamente oposto ao anterior, mas uma evolução deste. Fleck (2010) destaca a importância da constante revisão e renovação do conhecimento, enfatizando que a ciência não possui uma verdade final e imutável. Considerar um estilo de pensamento como absoluto seria um erro, pois a evolução do conhecimento depende da abertura para novas ideias e interpretações.

Para além do exposto, Fleck (2010) também destaca a ciência como uma atividade coletiva, na qual o EP é moldado e desenvolvido por meio da interação dentro de um coletivo de pensamento (CP). Os CPs podem ser momentâneos ou estáveis, dependendo da duração e organização do grupo. Dentro desses coletivos, ocorre tanto a circulação intracoletiva quanto intercoletiva de ideias, influenciando a formação e o fortalecimento

dos estilos de pensamento. A relação entre os círculos esotéricos (especialistas) e exotéricos (não iniciados) é determinante para a disseminação e legitimação do conhecimento científico.

Em síntese, o trabalho de Fleck (2010) possibilita uma visão abrangente da produção do conhecimento científico, destacando sua natureza coletiva e histórica. Suas ideias têm implicações significativas para a epistemologia e a prática científica, destacando a importância da colaboração e da interação entre os membros de um coletivo de pensamento.

Percurso Metodológico

O estudo foi organizado em duas etapas distintas. Na primeira etapa, realizamos uma pesquisa de estado do conhecimento (Vasconcellos; Silva; Souza, 2020) em periódicos latino-americanos com Qualis (2017 -2020) entre A1 e A4, sem recorte de período, abrangendo áreas como educação em ciências, educação em ciências e matemática, e educação tecnológica. Após a seleção de 43 periódicos, foi efetuada uma busca detalhada em seus *sites* para identificar artigos que atendessem aos critérios de inclusão: 1) a presença dos termos "CTS"; "CTSA", "STS", "ciência, tecnologia e Sociedade (ambiente)", nos títulos e palavras-chave, e nos dois periódicos de educação CTS, foram empregados os filtros "educação" e "ensino"; 2) publicações de autores brasileiros; 3) artigo sobre educação/ensino.

Esta abordagem permitiu a identificação e sistematização de 275 artigos, que foram categorizados em sete grupos: Pesquisas sobre 1) formação docente; 2) intervenção pedagógica; 3) concepções de ciência e tecnologia; 4) estratégias/recursos pedagógicos; 5) currículo e conteúdo; 6) produção acadêmica e; 7) fundamentos teóricos. A lista dos artigos identificados nesta pesquisa está disponível na tese de doutorado (Domiciano, 2023).

Dentre os artigos mapeados, selecionamos 32 que abordavam os fundamentos teóricos da educação CTS que foram submetidos a uma análise mais aprofundada. Esses 32 artigos foram organizados

em períodos quinquenais para traçar a evolução histórica das publicações brasileiras em periódicos latino-americanos sobre educação CTS. Esta análise revelou diferentes fases de pensamento na área, incluindo a fase de instauração, extensão e transformação.

Na segunda etapa, foram realizadas entrevistas com 10 pesquisadores da área de educação CTS, selecionados com base no número de trabalhos publicados entre os 285 artigos identificados inicialmente. As entrevistas foram conduzidas virtualmente entre fevereiro e agosto de 2023, com cada sessão tendo uma média de 50 minutos. Para garantir o anonimato dos sujeitos, seus nomes foram subtraídos nos excertos e utilizados o código P(pesquisador)+ N(posição no número de publicações), ficando ao final como P1, P2 e assim por diante.

Tanto as entrevistas quanto os artigos foram submetidas à análise textual discursiva (Moraes; Galiazzi, 2011), utilizando o *software* QDA Miner Lite (Lorenzetti; Geraldo; Domiciano, 2020) para auxiliar na organização e análise dos dados, considerando o volume de informações qualitativas envolvidas na pesquisa. A análise foi fundamentada por meio da epistemologia Fleckiana, que permitiu identificar os processos de extensão, instauração e transformação de estilos de pensamento em educação CTS em artigos brasileiros publicados em periódicos latino-americanos.

Reforçamos que esta pesquisa foi submetida à apreciação do comitê de ética da Instituição, sendo aprovada mediante CAEE 53068121.5.0000.0102.

Extensão, instauração e transformação de estilos de pensamento em educação CTS na produção acadêmica brasileira em periódicos latino-americanos

Instauração e extensão dos estudos CTS latino-americanos

Os primeiros estudos sobre as relações da tríade Ciência, Tecnologia e Sociedade, emergiram na América Latina na década de 1960. Apesar de possuir aproximações, era diferente daquele que

ecloidiu na Europa e Estados Unidos. De acordo com o artigo analisado de Linsingen (2007, p. 1, grifo nosso) “os ECTS (estudos CTS) latino-americanos tratam de discutir **de que ciência e de que tecnologia se está falando quando nos referimos à América Latina**”.

Com o nacional-desenvolvimentismo instaurado em território latino-americano, o debate interno sobre qual caminho seguir para a obtenção dos conhecimentos necessários para a industrialização, tomava espaço. De um lado, havia o endosso ao modelo de importação de tecnologias e, por outro, aqueles que defendiam uma independência, que implicaria no apoio ao desenvolvimento local de ciência e tecnologia (CT), formação de cientistas e engenheiros, e fomento do Estado para pesquisa e desenvolvimento (P&D) (Dagnino, 2015).

A ausência de incentivos para a produção de conhecimentos em nossas fronteiras, girava em torno da ideia de que não se poderia desenvolver uma “boa ciência” na região (Dagnino, 2015, p. 48), uma vez que a epistemologia dominante da ciência ocidental moderna, descredibilizada toda tentativa de produção de conhecimento que fosse contrária ou, ainda, que pudesse retirar o norte global do *podium* de produção científica. Assim, todo esforço para a construção de saberes fora do centro de poder, era suprimida em um movimento de epistemícido, ou “supressão dos conhecimentos locais perpetrada por um conhecimento alienígena” (Santos, 2010, p. 17).

Dessa forma, a colonialidade moderna se instaura, materializando-se como um “dos elementos constitutivo e específicos do padrão mundial do poder capitalista” (Quijano, 2010, p. 68). Por consequência, em um movimento de intervenção epistemológica com força política, econômica e militar, foi imposto a todos os povos uma crença dogmática aos conhecimentos científicos ocidentais e, qualquer outro conhecimento que reivindicasse existência, era logo rotulado como inferior, “saberes inferiores próprios de seres inferiores” (Santos, 2014, p. 17).

Entretanto, ao contrário do que se pensava, não era a falta de capacidade o maior obstáculo para a produção de CT na América

Latina, e sim o baixo nível de institucionalização acadêmica e o forte endosso político-econômico ao modelo de transferência tecnológica, colocado por pesquisadores como “um fenômeno *dependista*” (Hernández; Kreimer, 2011, p. 4, grifo dos autores, tradução nossa).

Foi com esse discurso que pesquisadores passaram a denunciar a inexistência de estruturas e condições para a pesquisa científica e tecnológica na América Latina, dando origem ao pensamento latino-americano em ciência, tecnologia e sociedade, o PLACTS,

A pretensão dos pesquisadores envolvidos no PLACTS, centrava-se na criação de mecanismos de desenvolvimento regional e autônomo da CT e de um “projeto social latino-americano como parte de uma transformação mais profunda da sociedade” (Hernández; Kreimer, 2011, p. 4, tradução nossa). Os conhecimentos produzidos na América Latina visavam, em sua maioria, o reconhecimento estrangeiro, gerando uma certa desconfiança e a perda de resultados que poderiam ser interessantes para a pesquisa tecnológica nacional. O resultado, segundo apontado por Auler e Bazzo (2001) em uma das publicações analisadas, era uma ciência e uma tecnologia destoantes da realidade socioeconômica latino-americana, perpetuando a política de dependência da transferência de saberes e artefatos alienígenas, estrangulando qualquer tentativa de uma agenda local de desenvolvimento de CT.

No entanto, houve a descontinuidade do pensamento latino-americano em CTS, por conta dos golpes militares sofridos nos países que vinham construindo essa agenda de pesquisa. De acordo com Dagnino, Thomas e Davyt (1996, p 36, tradução nossa) “é inadequado continuar chamando de PLACTS este conjunto de linhas de estudo”. Dada a matriz teórica construída dos anos 1970 a 1990, passou-se a utilizar o nome de “estudos CTS aplicados a América Latina (ou ECTSAL)” (Dagnino; Thomas; Davyt, 1996, p 36, tradução nossa).

Em suma, a pesquisa em estudos CTS busca responder à questão “de que ciência e tecnologia estamos falando quando nos referimos a América Latina” (Vaccarezza, 1998, p. 13 tradução nossa). De acordo com Vacarrezza (1998), alguns aspectos precisam estar evidentes quando nos referimos à ciência e a tecnologia na região, como por exemplo o baixo investimento em P&D, que no final da década de 1990, representava apenas 2,3% do gasto mundial no setor, ficando atrás até mesmo do investimento de empresas privadas, como a *General Motors*, que sozinha investiu o dobro do valor que todos os países latino-americanos em pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico.

Por depender predominantemente do apoio estatal, os pesquisadores das Universidades Públicas enfrentam desafios relacionados à escassez ou ausência total de recursos para viabilizar suas investigações. Nos últimos anos, especialmente no Brasil, essa situação tem se agravado atingindo seu ponto mais crítico em 2022, conforme apontado pelo Observatório do Legislativo Brasileiro (OLB). O repasse de recursos para a pesquisa atingiu a marca mais baixa das últimas duas décadas, sendo que o orçamento destinado ao Ministério da Ciência e Tecnologia no governo Bolsonaro em 2022 foi oito vezes menor do que a média anual durante o governo PT (Luz; Feres Júnior; Gershon, 2022).

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) também enfrentou uma queda drástica na alocação de recursos em 2022, atingindo a menor marca dos últimos 17 anos, com apenas R\$16,67 milhões, em comparação com a maior média anual de R\$ 48,72 milhões no período analisado (Luz; Feres Júnior; Gershon, 2022). Em conjunto, o CNPq e a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) sofreram mais de 51% de corte nos investimentos ao longo do ano de 2022.

Desde o golpe parlamentar contra a presidenta Dilma Rousseff em 2016, o Brasil tem enfrentado um projeto de desmantelamento, refletido nos cortes significativos nos investimentos em ciência e educação. Em 2022, o déficit de investimento atingiu a marca de

R\$812 milhões, resultando em uma redução na concessão de bolsas para pesquisadores e estudantes de mestrado e doutorado, além da diminuição de editais para o financiamento de pesquisas científicas. Um exemplo emblemático é o corte de cerca de R\$11 milhões no financiamento do desenvolvimento da vacina Astrazeneca pela Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) em resposta à pandemia de COVID-19 (Rodrigues, 2022).

Por essas questões citadas e outras, que a agenda de pesquisa dos estudos CTS latino-americano defendem a necessidade de a investigação científica ter em consideração o contexto de aplicação do conhecimento que será construído e as possibilidades de sua utilização.

Em um território marcado por uma cultura do silêncio, pelas amarras de uma colonialidade mascarada de modernidade, como formar sujeitos para uma cultura de participação? Auler e Bazzo (2001), em uma publicação analisada nesta tese, aprofundam esse questionamento

Historicamente, sob o domínio de um Estado autoritário, num país sem histórica de participação, é plausível postular algum controle da sociedade sobre C&T? Além disso, corremos o risco, conforme salienta Santos (1997), de **educar as pessoas para uma falsa cidadania**, considerando que, nos contextos em que emerge o movimento CTS, há mecanismos de consulta popular, já estabelecidos, para avaliar e influir nas decisões relativas à C&T, inexistentes em nosso contexto (Auler; Bazzo, 2001, p. 12).

Por essas questões, ao tratarmos das demandas educacionais em ciência e tecnologia no Brasil e em sociedades marginalizadas como um todo, algumas questões precisam ser consideradas: de qual ciência e de qual tecnologia estamos falando? Qual a finalidade do ensino sobre ciência e tecnologia em uma região subdesenvolvida? Para quem estou ensinando? Como ensinar sobre ciência e tecnologia e suas relações sociais em um contexto de marginalidade? Nos aprofundamos nos aspectos educacionais dos estudos CTS no tópico a seguir.

Instauração da educação CTS no Brasil

Como vimos até aqui, os movimentos de questionamentos sobre a tradicional imagem da ciência e da tecnologia ganharam força rapidamente em vários países, durante a década de 1960. Havia um problema generalizado em relação a produção científica e tecnológica que não estava cumprindo aquilo que prometeu: bem-estar para todos. Em decorrência de tais movimentos, nos anos 1970, países do Hemisfério Norte passaram a incorporar esse novo campo de estudos em processos educativos, respondendo aos problemas existentes no ensino de ciências, como discutido no tópico anterior desta tese.

O Brasil, por sua vez, começou esse debate de forma tardia em comparação com outros continentes. Neste período, havia movimentos acadêmicos e políticos de renovação curricular, como a criação da Lei de Diretrizes e Bases (LDB), em 1996, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), em 1997, entre outros marcos.

As primeiras repercussões dos estudos CTS na pesquisa brasileira foram na década de 1990. Nesse período surgem as primeiras publicações de pesquisadores que fizeram estudos de mestrado e doutorado fora do Brasil, incorporando em nosso contexto essa nova concepção de educação.

[...] algumas dessas pessoas dessa foram para Essex e outros lugares na segunda geração, fizeram lá formações e depois voltaram, então **nós tivemos um incremento externo de brasileiros que foram beber em fontes externas de CTS e coisas semelhantes e depois voltaram para o Brasil e tivemos pessoas que tiveram a oportunidade de conhecer isso em outros lugares, na área de ensino de ciências, na área de ensino de química, beberam dessas fontes e começaram a disseminar isso, esse é um caminho.** Um outro caminho que está referenciado foi a **presença num seminário de Luján Lopez, trazido para um seminário alargado na Universidade Federal de Santa Catarina, lá no início e depois deste seminário, ele semeia essa ideia, começa a fazer orientações e nós vamos ter o primeiro, a princípio, o primeiro programa de pós-graduação organizado como CTS no Brasil, na Universidade Federal de Santa Catarina e dali começam a sair muita gente formada em CTS.** Quando pegamos as 10 primeiras teses tem muita gente

de lá e o programa teve uma contribuição importante para a difusão da ideia de CTS na área de ciência e tecnologia. **Então a gente pode dizer que as primeiras dissertações são de 92, as primeiras teses de 93, da Silvia Trivelato, na USP, e tivemos algumas publicações nessa década de 80 e 90** (P4, informação verbal, grifo nosso).

De acordo com Santos (2007) antes dos anos 1990 havia preocupações sobre as formas que o ensino de ciências estava sendo conduzido, voltado majoritariamente para a formação de minicientistas, reproduzindo o Método Científico no contexto da sala de aula, tais movimentos poderiam representar o que Fleck (2010) chama de protoideias. No entanto, foi somente a partir dos anos 1990 que a educação CTS emergiu como uma resposta a essa problemática.

Nesta década, foram produzidos diversos materiais didáticos e projetos curriculares, alinhados aos pressupostos do campo. No entanto, por conta da forte influência do professor Dr. Wildson Pereira Luiz dos Santos na área de química, a maior parte destes produtos estavam vinculados ao ensino de química.

[...] o projeto **Unidades Modulares de Química** (AMBROGI et al., 1987), as propostas pedagógicas de LUTFI (1988 e 1992), a coleção de livros do Grupo de Pesquisa em **Ensino de Química** da USP – GEPEQ, (1993, 1995, 1998), a coleção de livros de física do GREF (1990, 1991 e 1993), o livro **Química na Sociedade** (MÓL e SANTOS, 2000) e o livro **Química, Energia e Ambiente** (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 1999). Dentre as recomendações curriculares, podem ser destacadas a Proposta Curricular de **Ensino de Química** da CENP/SE do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 1988), as recomendações para o currículo do magistério de CISCATO e BELTRAN (1991), e a Proposta Curricular **de Química para o Ensino Médio** do Estado de Minas (MORTIMER, MACHADO e ROMANELLI, 1998) (Santos; Mortimer, 2000, p. 126, grifo nosso).

Esta percepção é reforçada por pesquisadores entrevistados (P3, P4, P8), que remontam a eventos voltados para o ensino de química como marcos em suas trajetórias formativas. Os mesmos pesquisadores também mencionam a forte influência de Wildson Santos na instauração da educação CTS no Brasil.

No entanto, a menção à educação (enfoque/ensino) CTS ainda estava em segundo plano, ficando mais evidente o ensino de ciências para cidadania. Esses debates são intensificados no final da década de 1990 sendo “um grande marco para nós, quando começa a emergir os primeiros trabalhos de pesquisa mais fortemente vinculados à nossa área, educação em ciências, antiga área 46” (P9, informação verbal).

Essa percepção é confirmada, quando identificamos as primeiras publicações de artigos em periódicos com Qualis entre A1 e A4, no ano de 2000. Deste ano em diante, há um considerável aumento no número de estudos envolvendo a educação CTS, que na época era considerado com potencial de contribuir para a melhoria do ensino de ciências brasileiro.

No entanto, a concepção de educação CTS que começou a tomar força no Brasil, se distanciava dos estudos CTS aplicados à América Latina. Avellaneda e Linsingen (2011) apontam a ausência de estudos preocupados com a educação, ao analisar produções latino-americanas sobre estudos CTS, indicando que

[...] **no campo educativo os elementos conceituais e reflexivos têm sido mobilizados, em sua grande maioria, pelas tradições europeias e norte-americanas** ou simplesmente não têm nenhum referente crítico e orientam-se à promoção da ciência, como acontece em muitas experiências de divulgação e popularização (Avellaneda; Linsingen, 2011, p. 228, grifo nosso, tradução dos autores).

Como consequência da adoção das vertentes da educação CTS nascidas no Hemisfério Norte, verificamos um grande volume de publicações que remetem exclusivamente ao processo histórico da constituição deste campo de pesquisa em contextos internacionais. Trata-se do que Ribeiro, Santos e Genovese (2017) chamaram de história dominante do movimento CTS, que determinou fortemente as informações apresentadas nas pesquisas, remetendo quase que exclusivamente à eventos ocorridos nos Estados Unidos e Europa, deixando de lado a menção aos estudos desenvolvidos na América Latina.

Avellaneda e Linsingen (2011, p. 227-228, tradução dos autores) apoiados em Vacarezza (1998), descrevem uma preocupação com a universalidade da história de origem da educação CTS. Tal enviesamento nas pesquisas não “reconheciam as variantes das reflexões CTS desenvolvidas na América Latina, além de pressupor que o movimento latino-americano é ‘filho’ das vertentes europeia e norte-americana”.

A epistemologia de Fleck (2010) nos auxilia a explicar a adoção desse estilo de pensamento de origem norte-americana e europeu. De acordo com Krasilchik (1987), durante os anos 1980 diversos países estavam em processo de renovação do ensino de ciências. Com os impactos da Guerra e da corrida desenvolvimentista, as nações passaram a acreditar que a formação de sujeitos nas áreas das ciências seria o melhor caminho para impulsionar o desenvolvimento econômico e social.

Tratava-se de um problema hegemônico, que por um lado denunciava a formação engessada, baseada no Método Científico e, por outro, defendia a necessidade de formar os estudantes para se adequarem a uma sociedade cada vez mais tecnológica (Krasilchik, 1987). Da mesma forma, no Brasil havia coletivos de pensamento que buscavam por alternativas que contribuíssem tanto para a melhoria no ensino de ciências quanto para a educação como um todo.

Com a emergência da educação CTS em meio aos movimentos de resignificação da lógica produtiva da CT, os problemas passaram a ser respondidos e, de certa forma, superados no Hemisfério Norte (Solomon; Aikenhead, 1994). Se as problemáticas do ensino de ciências estavam se dissipando por meio de abordagens da educação CTS em países do Norte, por que no Brasil, onde os problemas eram os mesmos, seria diferente? No entanto, estava sendo retirada da equação as condicionantes sociais em que tal estilo de pensamento emergiu.

De acordo com Fleck (2010, p. 161) o estilo de pensamento é moldado por uma atmosfera social comum ao coletivo, que resulta em “um fortalecimento dos valores de pensamento”. No entanto,

fora dessa atmosfera, surgem complicações, que tornam o EP desconexo, provocando desde uma “pequena mudança matizada, passando pela mudança completa do sentido até a aniquilação de qualquer sentido”.

Isso implicaria em uma transformação do EP. No entanto, no contexto brasileiro, por conta de uma estrutura colonial, a adoção inicial do EP da educação CTS do Hemisfério Norte veio desacompanhada de críticas.

Eu acho que em grande parte faz parte de um modismo que é comum entre nós, que **tem a ver com um certo colonialismo intelectual, nós imitamos o que acontece lá fora**, e foi isso que desde o começo me deixava insatisfeito em trabalhar com CTS, sem um enraizamento [...]. **Mas em linhas gerais, eu diria que CTS foi uma espécie de colonialismo [...] a gente tem ondas de modismo no Brasil.** A onda anterior ao CTS eram as concepções alternativas, você ia num evento, quase todo mundo trabalhava com concepções alternativas, concepções espontâneas [...]. **De repente pararam com isso no exterior e começaram a trabalhar CTS, nós continuamos.** Quando aqui também se percebeu que o pessoal enjoou, não sei por que parou, **aí virou uma onda CTS**, apesar de não ter sido uma onda tão intensa quanto as concepções alternativas, [...] então, não foi aquele auge, aquela onda tão intensa com CTS, **mas boa parte das pessoas que estavam trabalhando com concepções alternativas, espontâneas, passaram a trabalhar com CTS.** O que acontece depois? Quando eu fiz meu doutorado [...] **as revistas *Science Education*, *International Journal Science Education* eram revistas que mais de 50% dos artigos eram CTS, você abria revistas estava tudo cheio de artigos sobre CTS.** Uns anos depois, deixaram de existir artigos CTS praticamente. **Lá fora o povo começou a trabalhar com questões sociocientíficas, qual é a surpresa aqui, 10 anos depois? Agora aqui todo mundo está viciado em questões sociocientíficas.** Então... eu não sei se foi uma demanda, eu acho que sim... a discussão curricular, mas eu acho que **nós sofremos muito desse colonialismo intelectual e nós seguimos a moda.** Isso tem um pouco a ver também, eu acho, com o que acontece na chamada pesquisa, na pesquisa científica, no campo chamado dura, como se uma fosse dura, outra mole, mas dentro da pesquisa, o pensamento latino-americano fala muito isso que **nós na América Latina somos uma estação retransmissora do que é pesquisado no hemisfério norte, quer dizer, nós apenas reproduzimos.** Isso também acontece na educação, por mais que nós queiramos fugir de cientificismo, mas parece que nós somos tutelados sempre. **E eu não sei qual é a próxima onda lá do hemisfério norte que vai chegar a nós aqui** (P2, informação verbal, grifo nosso).

A fala do pesquisador entrevistado vai ao encontro de estudos sobre colonialidade do poder, do ser e do saber. De acordo com Quijano (2010, p. 84) “a colonialidade é um dos elementos constitutivos e específicos do padrão mundial do poder capitalista” que “origina-se e mundializa-se a partir da América”.

Quijano (2010, p. 86) cita que a colonialidade cultural e de produção de conhecimento, na América Latina, é predominantemente eurocêntrico, e “foi imposto e admitido no conjunto do mundo capitalista como a única racionalidade válida e também como emblema da modernidade”.

Trata-se da perspectiva cognitiva durante um longo tempo do conjunto do mundo eurocentrado do capitalismo colonial/moderno é que a naturaliza a experiência dos indivíduos neste padrão de poder. Ou seja, fá-las entender como naturais, conseqüentemente como dadas, não sucessíveis de ser questionadas (Quijano, 2010, p. 86).

Neste ponto, poderíamos aproximar o conceito de colonialidade com a categoria fleckiana de harmonia das ilusões, onde nada fora dos padrões do estilo é percebido, que resulta em gerações sendo criadas num imaginário de que o estilo de pensamento dominante é a única forma de perceber o mundo. Também conseguiríamos tecer argumentos que aproximam os conceitos citados com os debates de Freire (1979) sobre situação limite, cultura do silêncio e consciência semi-intransitiva.

Os primeiros artigos identificados nesta pesquisa remetem diretamente às orientações das práticas de educação construídas no interior do estilo de pensamento do Hemisfério Norte, como algo a se incorporar na prática docente brasileira.

Em uma comparação, tal comportamento não se distanciou muito do uso dos materiais didáticos que foram traduzidos e incorporados no ensino brasileiro durante a década de 1960 (projetos de física - PSSC, de biologia – BSCS e matemática – SMSG) (Krasilchik, 1987). Tratava-se de uma tentativa inovadora de renovação do ensino, no entanto os materiais traziam elementos desconexos da realidade brasileira, como a menção de períodos de neve.

Concordamos com P2, quando menciona que “apesar da crítica que eu faço, ela (educação CTS) tem um pouco mais de criticidade, tem uma forma, uma interação maior com os contextos sociais” (P2, informação verbal). Não se trata de dizer aqui que o estilo de pensamento em educação CTS do Hemisfério Norte não tenha seu valor e não contribua com a melhoria do ensino de ciências. O que se aponta, assim como colocado por P7, é que para o contexto do Brasil “faltava alguma coisa” (P7, informação verbal).

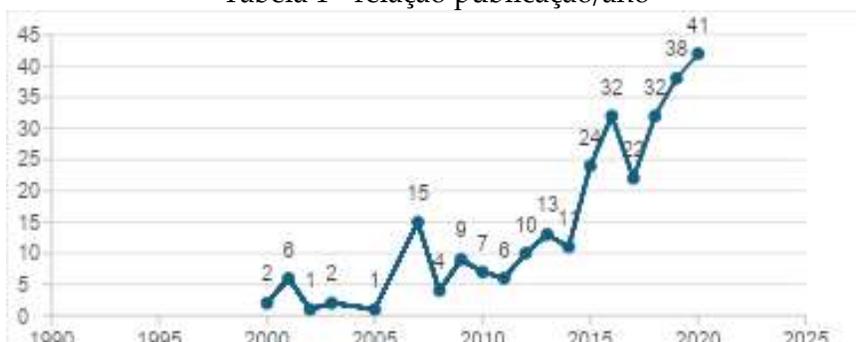
Com o passar dos anos, a pesquisa em educação CTS foi difundida no Brasil, e segundo P8, esse processo se intensificou nos últimos 15 anos, sendo aprofundado na medida em que foram constituídos linhas de pesquisa e programas de pós-graduação em estudos CTS

[..] se eu comparar há uns 15 anos atrás, obviamente, **hoje a gente tem o maior aumento** [...], se a gente for fazer um trabalho bibliométrico, a gente vai ver que **a quantidade de trabalhos e práticas de sala de aula com a temática CTS é muito alta, há muito tempo**, [...]. Eu tenho visto que tem aumentado, tem disseminado mais a prática CTS com um certo maior conhecimento, **talvez por conta de que os cursos de pós-graduação hoje, eles passam a ter pesquisadores que conheçam mais CTS** (P8, informação verbal, grifo nosso).

Pouco a pouco, esse processo de circulação de ideias resultou em uma “transformação e alteração harmoniosa do estilo de pensamento do novo coletivo, que surge mediante o entrelaçamento com seus conceitos” (Fleck, 2010, p. 161-162). O autor reforça que esse movimento é o mais significativo da circulação de ideias intercoletiva, uma vez que esse novo estilo – isto é, a alteração na disposição à percepção direcionada- oferece novas possibilidades de descobertas e cria fatos novos” (Fleck, 2010, p. 161-162).

Os primeiros artigos identificados em nossa pesquisa, foram publicados no ano de 2000 e dali em diante, percebemos um aumento anual expressivo na produção de trabalhos, conforme sintetizado na Tabela 1.

Tabela 1 - relação publicação/ano



Fonte: A autora (2023).

Observando os períodos de publicações, entre os anos de 2000 e 2005, o novo campo aparecia timidamente nas revistas, somando 11 publicações, enquanto nos anos de 2006 a 2010, esse total mais que dobrou, passando para 35 publicações. Seguindo cronologicamente, o período de 2011 a 2015 soma 64 artigos, com um crescimento exponencial entre os anos de 2016 e 2020, com o total de 165 trabalhos.

Ao olhar para teses e dissertações que abordavam a educação CTS na formação de professores, Domiciano e Lorenzetti (2019) também identificaram um salto na produção de um período a outro, saltando de 22 trabalhos entre os anos de 1995 a 2010, para 88 pesquisas desenvolvidas entre 2010 e 2017. Em comparação com o cenário internacional, as publicações sobre educação CTS registram um histórico desde os anos 1980. Ao comparar com o cenário brasileiro, o internacional possui três décadas a mais de pesquisas sobre este campo, entretanto, a partir dos anos 2000, a

produção nacional foi significativamente maior e vem mantendo essa curva positiva (Abreu; Fernandes; Martins, 2013).

Essa percepção é reforçada nas entrevistas com os pesquisadores, quando mencionam o aumento de pesquisas publicadas no campo,

[...] no Brasil, **hoje nós temos mais de teses de 1993 para cá, 505 dissertações acadêmicas e profissionais de 1992 para cá e temos 585 artigos de periódicos qualificados no nosso banco de dados e crescendo**, porque todo ano a gente alimenta e atualiza o banco de dados de artigos (P4, informação verbal, grifo nosso).

Esse crescimento é um forte indício da extensão do estilo de pensamento, que pouco a pouco foi sendo modificado e, até transformado, por meio da circulação de ideias entre os diferentes coletivos de pensamento existentes no Brasil que discutem a Educação em Ciências.

Estilos de pensamento em educação CTS no Brasil e processos de transformação

Como resultado de toda essa análise empreendida, conseguimos identificar dois estilos de pensamento em educação CTS na pesquisa acadêmica brasileira: o estilo de pensamento em educação CTS científico-social e o estilo de pensamento em educação CTS crítico-emancipatória.

Em termos gerais, o estilo de pensamento em educação CTS científico-social é marcado por uma aproximação dos estudos CTS originados na América do Norte e Europa, com adaptações para o contexto brasileiro. Uma das principais características desse estilo é a ênfase na análise de problemas sociais, com um foco predominante na ciência, outros aspectos como culturais, econômicos e políticos, frequentemente são negligenciados. Isso pode ser atribuído às origens da tradição norte-americana da educação CTS, que, embora possua uma vertente crítica, ainda

reflete padrões tecnocráticos e uma tendência a endossar o modelo de linear de produção.

Essa abordagem também tende a priorizar o ensino das ciências naturais, com pouca ênfase no "T" de tecnologia, muitas vezes considerando apenas do ponto de vista prático. Somado a isso, ao enfatizar os conteúdos científicos são deixadas em segundo plano a abordagem interdisciplinar e uma análise sócio epistemológica mais profunda de problemas sociais.

No interior deste estilo, poucas pesquisas incorporam a abordagem Freireana de forma abrangente, da mesma forma que não mencionam o pensamento latino-americano em CTS. Em consequência desse olhar restrito à análise das implicações sociais e ambientais da produção científica, a formação cidadã é debatida apenas em um contexto de pós-produção, deixando de lado o sentido contrário dessa relação, sobre o tratamento das influências sociais sobre a produção científica e tecnológica.

Embora esse estilo de pensamento tenha suas limitações, ele não deve ser descartado, pois destaca a importância de conectar o conhecimento científico à vida real e à resolução de problemas sociais. No entanto, é fundamental reconhecer essas características e considerar como elas podem ser complementadas ou modificadas para promover uma educação CTS crítica, interdisciplinar e reflexiva no Brasil, incorporando uma perspectiva mais abrangente dos aspectos sociais, culturais e econômicos em conjunto com a ciência e a tecnologia.

A trajetória histórica da pesquisa em educação CTS no Brasil, demonstra o processo de amadurecimento desse campo de pesquisa, refletindo o compromisso dos pesquisadores em lidar com as complexas interações entre ciência, tecnologia e sociedade. Esse encaminhamento resultou em um processo de transformação do estilo de pensamento tradicional e na instauração de um novo, que corresponde a educação CTS crítica-emancipatória.

Na categoria de **orientação pedagógica**, ficou evidente que o estilo de pensamento em educação CTS crítico-emancipatória vai além da mera análise das implicações da ciência e tecnologia na

sociedade. Os pesquisadores se preocupam com as dimensões políticas envolvidas na produção do conhecimento e buscam promover uma educação para a formação cidadã em sociedades historicamente silenciadas.

Quanto à **concepção de educação CTS**, as pesquisas mostraram uma transição significativa de uma abordagem tradicional que prioriza o ensino de conhecimento científico para uma abordagem mais ampla. A complexa realidade brasileira, marcada por uma história de exploração e opressão, impôs desafios à implementação da educação CTS, incluindo a superação da cultura do silêncio e a influência de estruturas curriculares historicamente determinadas. Por conta desta análise, os pesquisadores que comungam deste estilo de pensamento se mostraram comprometidos em estimular práticas pedagógicas permeadas por valores coletivos, solidariedade e a compreensão das complexas interrelações entre ciência, tecnologia e sociedade.

A análise da **linguagem estilizada** confirmou essa evolução na pesquisa em educação CTS. Os estudos avançaram de uma abordagem introdutória para uma análise mais profunda das relações da tríade CTS. A pesquisa passou a abranger não apenas a sala de aula, mas todo o contexto da educação brasileira, incorporando fatores sociais, culturais, econômicos e políticos. O foco nas preocupações com a dignidade humana, a relação com a ideologia, a transformação social e o papel da tecnologia cresceram, indicando uma compreensão mais profunda das questões envolvidas.

No que diz respeito às **referências teóricas**, observamos uma transição da dependência de referenciais internacionais para uma maior incorporação de autores brasileiros. Essa mudança reflete a crescente independência das publicações brasileiras em periódicos latino-americanos em relação aos referenciais internacionais, à medida que o campo amadureceu e se tornou ancorado em contextos locais.

A **percepção orientada**, por fim, destaca a importância de considerar o contexto cultural, social e histórico na pesquisa em

educação CTS no Brasil. Os pesquisadores reconhecem que suas interpretações são moldadas por esses contextos, o que implica uma abordagem mais sensível às realidades locais e uma maior resistência a lentes conceituais predefinidas.

Em suma, esse estilo de pensamento está comprometido em promover uma educação que vá além do ensino tradicional de ciências, enfatizando valores sociais, políticos e humanos. Isso é fundamental para preparar os estudantes no enfrentamento de desafios complexos do mundo contemporâneo e promover uma sociedade mais justa e igualitária.

Por fim, poderíamos ter denominado este estilo de pensamento como “educação CTS brasileira”, “educação CTS latino-americana” ou ainda “educação CTS decolonial”. No entanto, a nosso ver, nenhuma dessas nomenclaturas seria suficiente, dada a abrangência da discussão estabelecida neste campo de pesquisa. Não poderíamos chamar de brasileiro, pois muitos autores latinos e da ibéricos apoiaram o seu estabelecimento, da mesma forma, que não poderíamos colocar como América-Latina, por termos representantes de correntes filosóficas do Hemisfério Norte.

A perspectiva decolonial se aproxima mais nesse ínterim, no entanto ainda há um caminho a ser percorrido pela pesquisa acadêmica para verdadeiramente ser decolonial. Ainda há um certo receio de pesquisadores em abandonarem ou se abrirem para novos estilos de pensamento, que conflitam fortemente com suas crenças. Trata-se daquilo que Fleck (2010) chama de processo coercitivo e harmonia das ilusões, presentes no interior de estilos de pensamento.

As últimas pesquisas analisadas, publicadas a partir de 2015, evidenciaram mais fortemente essa característica de crítica a gritante realidade colonial existente entre países do Norte-Global sobre os do Sul-Global, podendo apontar para uma matiz do estilo de pensamento em educação CTS crítico-emancipatória. Talvez daqui alguns anos poderemos visualizar o desprendimento desta matiz e a instauração de um novo estilo de pensamento.

Uma outra constatação importante neste íterim, diz respeito aos processos de extensão dos estilos de pensamento identificados. A estrutura política e social brasileira está enraizada em uma cultura do silêncio e obediência, herdada de um colonialismo transformado em colonialidade moderna. Por conta disso, percebemos mais fortemente a disseminação do EP científico-social, em detrimento do crítico emancipatório, uma vez que o primeiro se adequa e se conforma dentro do sistema vigente.

Novamente, isso não retira o valor de tal abordagem, uma vez que debate as implicações da produção de CT no meio social e ambiental. Entretanto, tal abordagem passou a ser incorporada ao sistema, em um sentido de capitalismo esverdeado, uma sustentabilidade superficial. Por outro lado, o EP crítico-emancipatório busca problematizar essa relação de dominação e falsa democracia.

Todavia, justamente por ir contra a estrutura política brasileira, tal EP não encontra espaço fértil para sua extensão, da mesma forma que as ideias de Fleck não foram bem recebidas em seu tempo. Ainda há um longo caminho a ser percorrido para superar a colonialidade sofrida por países marginalizados, entretanto, confirmando nossa hipótese inicial, percebemos movimentos de resistência e luta para romper com essa lógica, na busca pela construção de uma sociedade desenvolvida, justa e igualitária.

(IN)Conclusões

A pesquisa teve como objetivo identificar as fases de instauração, extensão e transformação de estilos de pensamento em educação CTS na pesquisa acadêmica brasileira. O estudo baseou-se na análise de artigos publicados em periódicos de educação em ciências e educação tecnológica, com Qualis entre A4 e A1 (2017-2020), bem como em entrevistas com os autores dessas pesquisas. A análise revelou processos de extensão, transformação e

instauração de estilos de pensamento em educação CTS no meio acadêmico brasileiro.

O cenário que emergiu a partir da investigação revelou tendências e evoluções nesse campo de estudo. Primeiramente, não encontramos em nosso recorte, pesquisas anteriores ao ano 2000, ano em que foram identificados dois artigos. Essa constatação foi corroborada por pesquisadores entrevistados, que apontaram que as primeiras pesquisas desenvolvidas, teses e dissertações, nos anos 1990 ainda não levavam o nome “CTS” e sim tratavam de educação para a cidadania. O *slogan* CTS ganhou força nos anos 2000. Ao longo das duas décadas seguintes houve um crescimento expressivo, com um aumento anual considerável no número de publicações, somando ao todo 275 artigos identificados.

A análise dos 275 artigos em conjunto com as entrevistas com os pesquisadores, possibilitou identificar os indícios do processo de instauração e extensão da pesquisa em educação CTS no Brasil. Em um aprofundamento analítico nos objetivos das pesquisas, foi organizamos os trabalhos em sete categorias, refletindo a diversidade de tópicos abordados nas publicações brasileiras em periódicos latino-americanos em educação CTS: 1) formação docente; 2) intervenção pedagógica; 3) concepções de ciência e tecnologia; 4) estratégias/recursos pedagógicos; 5) currículo e conteúdo; 6) estado do saber/conhecimento e; 7) fundamentos teóricos. Essas categorias forneceram uma estrutura para entendermos as áreas de interesse e prioridades na pesquisa nesse campo.

Com base nas categorias, estabelecidas por meio dos objetivos das pesquisas analisadas, notamos que as investigações que abordam os fundamentos teóricos sobre educação CTS se destacaram como particularmente pertinentes para abordar a nossa questão de pesquisa. Essa conclusão é fundamentada pelo fato de que essas análises nos permitem compreender os alicerces da educação CTS, os quais são debatidos no contexto da produção acadêmica brasileira, bem como os principais referenciais que orientam este campo no país. Foi a análise destes textos que permitiram a identificação dos processos de transformação dos

estilos de pensamento em educação CTS nas pesquisas acadêmicas brasileiras publicadas em periódicos latino-americanos.

Finalizada a pesquisa, percebemos que o campo de pesquisa em educação CTS ainda não é suficiente para responder aos problemas colocados na atualidade. Parece-nos que falta algo e esse algo não é sanado pela incorporação de novos pressupostos ao campo. É muito mais amplo. Vivemos em um mundo globalizado imerso em guerras, que vão de conflitos armados, como o que está em curso entre Ucrânia e Rússia e entre Israel e Palestina, entre muitas outras, - que me faz pensar que já estamos em meio à terceira guerra mundial, só ainda não foi abertamente declarada. Além de guerras simbólicas, contra povos e culturas que são cada vez mais marginalizados e exterminados em um sentido epistemológico.

Existências estão sendo negadas, violências estão sendo legitimadas e enquanto isso, o sistema capitalista engorda os bolsos de uma minoria que permanece no poder desde tempos remotos. Por tudo isso, falar e pesquisar apenas sobre educação CTS tem me gerado um sentido de incompletude. Precisamos abrir as fronteiras, sair das caixas.

Existem inúmeras teorias e práticas que, somadas, poderiam servir para combater tudo o que se denuncia veemente em publicações acadêmicas. No entanto, há um egocentrismo acadêmico que impede a troca de conhecimentos entre sujeitos que às vezes compartilham da mesma sala. Mas juntas, anunciando a frase mais utilizada ao redor do mundo em tempos de pandemia, “ninguém solta a mão de ninguém”, iremos longe. Neste ir longe, talvez consigamos reduzir as injustiças, tomando como principal batalha a humanização e, até talvez, a re-humanização do mundo.

Esperamos que com esta pesquisa, possamos avançar no campo de educação CTS, mas que também consigamos retirar as barreiras fronteiriças das grandes áreas de estudo, para juntos, transformarmos a realidade e construirmos um futuro melhor, verdadeiramente para todos.

Referências

ABREU, T. B. de; FERNANDES, J. P.; MARTINS, I. Levantamento sobre a produção CTS no Brasil no período de 1980-2008 no campo de ensino de ciências. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis**, v. 6, n. 2, p. 3–32, 2013.

AULER, D. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. 248f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação, Florianópolis, 2002.

AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1–13, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132001000100001&lng=pt&tlng=pt.

AVELLANEDA, M. F.; LINSINGEN, I. V. Una mirada a la educación científica desde los estudios sociales de la ciencia y la tecnología latinoamericanos: abriendo nuevas ventanas para la educación. **Alexandria**, Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 225–246, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37689>. Acesso em: 25 set. 2021.

DAGNINO, R. O que é o PLACTS (Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade)? **Ângulo**, Lorena, v. 140, p. 47–62, 2015.

DAGNINO, R.; THOMAS, H.; DAVYT, A. El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. **Redes**, Buenos Aires, v. 3, n. 7, p. 13–51, 1996.

DOMICIANO, T. D. **A gênese e o desenvolvimento da educação CTS no Brasil**: a instauração de estilos de pensamento na produção acadêmica brasileira. 2023. 345f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e em Matemática) – Universidade Federal do Paraná, Departamento de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Curitiba, 2023. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/86925>.

DOMICIANO, T. D.; LORENZETTI, L. A educação CTS na formação inicial de professores: um panorama de teses e dissertações brasileiras. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 5, p. 1–21, 7 out. 2019.

FLECK, L. **Gênese e desenvolvimento de um fato científico: introdução à doutrina do estilo de pensamento e do coletivo de pensamento**. 1. ed. Belo Horizonte: Fabrefactum Editora, 2010.

Freire, P. **Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. São Paulo: Cortez & Morales, 1979.

HERNÁNDEZ, A. A.; KREIMER, P. (Ed.). **Estudio social de la ciencia y la tecnología desde América Latina**. 1. ed. Bogotá: Siglo del Hombre Editores, 2011.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. 1. ed. EPU: Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

LINSINGEN, I. Von. Perspectiva Educacional CTS: Aspectos de Um Campo Em Consolidação Na América Latina. **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 1, n. especial, 2007a. Disponível em: <http://143.0.232.35/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/150>.

LORENZETTI, L.; DOMICIANO, T. D.; GERALDO, A. P. A utilização do software QDA miner lite nas pesquisas que utilizam a análise textual discursiva. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 8, n. 19, p. 971–990, 22 dez. 2020.

LUZ, J.; FERES JÚNIOR, J.; GERSHON, D. **Ciências Sociais Articuladas – O orçamento da Educação, Ciência e Tecnologia no Brasil: 22 anos de avanços e retrocessos**. Disponível em: <https://olb.org.br/ciencias-sociais-articuladas-o-orcamento-da-educacao-ciencia-e-tecnologia-no-brasil-22-anos-de-avancos-e-retrocessos/>. Acesso em: 29 abr. 2022.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise textual discursiva**. 2. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2011.

PALACIOS, E. M. G.; LINSINGEN, I. V.; GALBARETE, J. C. G.; CERESO, J. A. L.; BAZZO, W. A.; LUJÁN, J. L.; PEREIRA, L. T. V.; GORDILLO, M.

M.; OSORIO, C.; VALDES, C. Introdução aos estudos CTS (Ciência-Tecnologia- Sociedade). 1. ed. Cadernos de Ibero-América: OEI, 2003.

QUIJANO, A. Colonialidade do poder e classificação social. In: SANTOS, B. DE S.; MENESES, M. P. **Epistemologias do Sul**. São Paulo: Cortez, 2010. p. 29–67.

RIBEIRO, T. V.; SANTOS, A. T.; GENOVESE, L. G. R. A história dominante do movimento CTS e o seu papel no subcampo brasileiro de pesquisa em ensino de ciências CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 1, p. 13–43, 2017.

RODRIGUES, H. **Sucateamento do Brasil**: Capes e CNPq acumulam 51% de cortes nas bolsas. Disponível em: <https://revistaforum.com.br/brasil/2022/1/24/sucateamento-do-brasil-capes-cnpq-acumulam-51-de-cortes-nas-bolsas-109160.html>. Acesso em: 29 abr. 2022.

SANTOS, B. de S. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. In: SANTOS, B. DE S.; MENESES, M. P. **Epistemologias do Sul**. São Paulo: Cortez, 2010. p. 29–67.

SANTOS, W. L. P. Contextualização No Ensino de Ciências Por Meio de Temas CTS Em Uma Perspectiva Crítica. **Ciência & Ensino**, Piracicaba, v. 1, n. Número Especial, p. 1–12, 2007. Disponível em: <http://200.133.218.118:3537/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/149>.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110–132, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/QtH9SrxpZwXMwbpfp5jqRL>.

SILVA, P. B. C. da. **Ciência, tecnologia e sociedade na América Latina nas décadas de 60 e 70**: análise de obras do período. 2015. 122f. Dissertação (Mestrado em Programa de Ciência, Tecnologia e Educação) - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, Rio de Janeiro, 2015.

SOLOMOM, J.; AIKENHEAD, G. **STS education**: international perspectives on reform. New York: Teachers College Press, 1994.

VACCAREZZA, L. S. Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. **Revista Iberoamericana de educación**, Madrid, n. 18, p. 13–40, 1998.

VASCONCELLOS, V. M. R.; SILVA, A. P. P. N.; SOUZA, R. T. O Estado da Arte ou o Estado do Conhecimento. **Educação**, Porto Alegre, v. 43, n. 3, p. e37452–e37452, 31 dez. 2020. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faced/article/view/37452>. Acesso em: 08 out. 2023.



SEÇÃO II

**Inspirações
pedagógicas
a partir
do Sul Global:
trajetórias de
ressignificação
das abordagens CTS
na Educação Científica
e Tecnológica**

Capítulo 6

Privatiza que melhora: o impacto do discurso de eficiência e desenvolvimento para a geração de energia

Desirée Dornelles
Fernanda Ostermann
Flavia Rezende Valle dos Santos

Introdução

Nossa reflexão tem origem no caos causado pelo temporal que atingiu Porto Alegre no dia 17 de janeiro de 2024 e deixou 85% dos clientes (1,1 milhões de pessoas) da empresa¹ privada de distribuição de energia local sem luz². As primeiras palavras deste texto são escritas em uma folha de papel iluminada pela luz do sol que passa pela janela. Dessa janela, é possível ver os vizinhos retirando de suas casas os móveis enxarcados e os colocando na rua, ao lado de troncos e galhos de árvores. A geladeira da Dona Maria não vai ligar mais, não apenas por que a cidade está sem luz, mas por que a água da chuva entrou em contato com a parte eletrônica e danificou o sistema. Dona Maria não entende muito bem como funcionam os componentes eletrônicos da sua geladeira, mas sabe que perdeu a geladeira, que comprou há menos de um

¹ CEEE- Equatorial.

² TRINDADE, P. Temporal deixa 1,1 milhão de clientes do RS sem luz; até 1 milhão podem ficar sem água em Porto Alegre. G1 RS, Porto Alegre, 17 de janeiro de 2024. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/01/17/temporal-deixa-11-milhao-de-clientes-do-rs-sem-luz-ate-1-milhao-podem-ficar-sem-agua-em-porto-alegre.ghtml>> Acesso em: 1 de fevereiro de 2024.

ano e ainda não terminou de pagar. Ela terá que contrair uma nova dívida³ em uma grande loja de departamentos para obter outra.

A privatização de estatais é cada vez mais frequente na América Latina e isso acontece por conta de um novo modelo colonial que se dá a partir da gestão de empresas estatais por investidores ligados aos interesses estadunidenses, como aponta o sociólogo James Petras (2007):

O processo de colonização iniciou-se com o uso imperial da dívida externa como alavanca da “política de ajuste estrutural”. Através dos seus representantes nas instituições financeiras internacionais (o Fundo Monetário Internacional, o Banco Mundial, o Banco Interamericano), Washington configurou um programa para a privatização de empresas públicas, a desnacionalização dos recursos naturais, o cancelamento de medidas tarifárias protetoras, a desregulamentação do sistema financeiro, a mudança da legislação industrial e social e a promoção do controle privado capitalista da educação e da previdência social. (p. 72)

Não apenas as empresas estatais brasileiras, mas também a educação está orientada para diretrizes “globalistas”, que servem aos interesses de grupos imperialistas. As políticas em torno do currículo escolar não são determinadas pela comunidade escolar, mas por organismos internacionais, como, por exemplo, a Organização do Comércio e Desenvolvimento Econômico, que estão a serviço dos interesses neoliberais (OSTERMANN, REZENDE, 2021). Nossas escolas são guiadas pelo documento, intitulado como Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que está voltado para as competências cobradas nos exames em larga escala nacionais e internacionais, como, por exemplo, o ENEM

³ Para alguns, o endividamento de Dona Maria é explicado pelas escolhas financeiras que ela fez na vida, que poderiam ser evitadas com educação financeira, motivo que alguns utilizam para propor a substituição de disciplinas de ciências da natureza ou de ciências humanas por disciplinas de educação financeira. Com essas aulas ela iria aprender a economizar e conseguiria juntar cem mil reais e fazer a aplicação mais rentável, como, por exemplo, na compra de distribuidoras de energia. Para nós, o endividamento de Dona Maria é explicado pelo sistema econômico em que ela está inserida.

(Exame Nacional do Ensino Médio) e o PISA (Programa Internacional de Avaliação de Estudantes). O processo de aprendizado não é orientado pelas demandas locais, mas por uma pontuação que coloca os estudantes em uma disputa dentro de um ranking, em que o primeiro lugar ficará sempre entre os países *desenvolvidos*.

Sob essa orientação, a função da escola está limitada a ensinar conteúdos técnicos. Se a escola servir somente a essa função, estaremos formando apenas a mão de obra perfeita para o sistema capitalista (SILVA, 2017), incapaz de exercer crítica à sociedade em que se encontra e às tecnologias que ajuda a produzir. Nosso intuito é mostrar que a escola deve ir além dos conteúdos técnicos, promovendo, entre outros questionamentos, discussões sobre Ciência- Tecnologia-Sociedade, que podem representar uma possibilidade de criticar o mundo em que vivemos e de imaginar outras alternativas.

Privatizar para ser mais eficiente

O domínio capitalista se dá na sociedade brasileira de um modo geral, e especificamente, na ciência e tecnologia. Desta forma, ao desocultar as linhas que ligam as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) quando debatemos sobre a distribuição de energia elétrica, ficará evidente que não é um problema particular, de uma localidade como Porto Alegre, ou apenas de um indivíduo, mas é uma problemática que está presente em países capitalistas e dependentes como o Brasil. Para iniciar a análise deste tema, começaremos com o questionamento da privatização da Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE-D) no Rio Grande do Sul.

Em 2021, a empresa Equatorial adquiriu a Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE-D), distribuidora de energia do Rio Grande do Sul, por apenas cem mil reais⁴. A desestatização da

⁴ CEEE-D é vendida para Equatorial Energia em leilão com lance único. G1 RS, 31 de março de 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do->

empresa foi realizada com o auxílio do Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES) e o valor da venda foi justificado como valor simbólico, já que a CEEE-D estava gerando prejuízo para o governo. Se faz necessário entender os motivos pelos quais a geração e distribuição de energia sofreram um processo de desestatização e como isso vem impactando a sociedade. Com esse entendimento, será possível perceber que a atual situação de Dona Maria não foi causada por falta de educação financeira, mas pelo sistema econômico, que oculta da sociedade, os reais motivos que a colocam em uma situação de vulnerabilidade social cada dia mais intensa.

O discurso de eficiência é o motor das privatizações, mas a pergunta que nos devemos fazer é como funciona a métrica que decide quando uma empresa já não é mais eficiente para ser do setor público. Em física aprendemos a calcular a eficiência de um sistema com uma relação entre o trabalho realizado e a quantidade de calor fornecida ao sistema. É destacado sempre para o aluno a impossibilidade de termos um sistema com uma eficiência de cem por cento. O discurso da falta de eficiência das estatais parece não seguir a mesma lógica da física; primeiro por não ter um fundamento explícito no cálculo e segundo por aparentar que mesmo que as estatais possuam a melhor eficiência possível para a quantidade de recursos que recebem, nunca vai ser o suficiente para sobrepor os benefícios da venda para o setor privado.

A ciência que explica essa lógica das privatizações não é ensinada nas escolas, e muito menos cobrada nos exames em larga escala, mas existente dentro dos estudos das ciências políticas, econômicas e sociais. O papel das empresas estatais deveria ser a redistribuição de renda através do fornecimento de serviços essenciais para o bem-estar social. Mas esse papel passa por uma metamorfose invisível aos nossos olhos, que se altera para atender aos interesses do sistema capitalista. Os estudantes são afastados do direito de compreender como funcionam os processos políticos

sul/noticia/2021/03/31/ceee-d-e-vendida-para-equatorial-energia-em-leilao-com-lance-unico.ghtml> Acesso em: 1 de fevereiro de 2024.

em nível nacional e mundial. E o conhecimento que chega a eles é irrisório frente às problemáticas do mundo moderno. Se perguntarmos a um aluno que acabou de concluir o ensino médio o que é energia, provavelmente a resposta será uma equação da mecânica ou do eletromagnetismo, uma resposta derivada do seu conhecimento das aulas de física. Se pedirmos que ele relacione energia com questões sociais, ele pode não saber relacionar, ou vai responder a partir das discussões realizadas nas disciplinas de geografia ou história. Por conta do ensino fragmentado, é difícil para os estudantes relacionarem os conteúdos de física com aspectos sociopolíticos. Um currículo fragmentado não pode ser entendido como uma escolha "apolítica", mas sim como ferramenta do sistema para geração de trabalhadores alienados (SILVA, 2017). Ao se discutir energia nas aulas de física é preciso ir além de equações matemáticas, mostrando como a produção de energia impactou de forma material a sociedade ao longo da história.

Nas aulas de física, escutamos que a construção das máquinas térmicas foi o ponto de partida para a Revolução Industrial. O historiador Eric Hobsbawm (2000), ao analisar esse período, nos ensina que o fenômeno que origina a Revolução Industrial é o processo econômico e de expansão da Grã-Bretanha. Para Hobsbawm (2000), esse processo poderia ser dividido em três momentos: o primeiro, uma divisão do trabalho entre trabalhadores (que venderiam sua força de trabalho) e empregadores capitalistas; o segundo, uma combinação de máquinas e pessoas especializadas dentro da fábrica; e o terceiro momento, a dominação de toda economia para que o sistema capitalista pudesse acumular lucros.

O motor a vapor é um acontecimento importante para o segundo momento, descrito anteriormente. Um dos primeiros registros de máquina a vapor na Grã-Bretanha é de Thomas Savery em 1688. O motor de Savery foi patenteado com o nome de "Amigo do Minerador", pois seu projeto foi pensado para drenagem de água dentro das minas. A demanda por carvão fez com que a extração fosse tão intensa a ponto de algumas vezes a escavação ser

tão profunda que atingia o lençol freático e, conseqüentemente, inundava as minas de carvão (SILVA, ERROBIDART, 2019). Apesar do funcionamento da máquina de Savery ter se mostrado útil, existia a preocupação com o rendimento. O “Amigo do Minerador” tinha uma eficiência baixa e por isso os estudos com motores continuaram, para chegar à construção de uma máquina o mais eficiente possível e, conseqüentemente, que aumentasse o lucro da burguesia. O projeto de James Watt parte do motor a vapor de Newcomen, posterior a Savery, no qual ele observa que havia um desperdício de vapor no maquinário e com o aumento do rendimento poderia então se ter uma economia de carvão.

A conquista de mercado de outros países pela Grã-Bretanha, que na sua maior parte foi realizada através de guerras, foi um dos primeiros passos para a monopolização do mercado externo, o terceiro momento citado por Hobsbawn (2000). Dentre as atividades monopolizadas, estava a extração de carvão, uma atividade que ainda é extremamente lucrativa, pois o modelo extrativista é um dos mecanismos de maior acúmulo de capital (ACOSTA, 2016). Ao analisar o processo de investimento e criação de estatais no Brasil, se percebe que o mesmo não ocorreu a partir de uma busca por bem-estar social, mas para “preencher espaços vazios”, como apontado pelos pesquisadores em economia e direito:

No Brasil também houve estatizações, mas aqui as estatais surgiram primordialmente para preencher “espaços vazios” (DAIN, 1977, p. 151), isto é, lacunas deixadas pelo mercado no desenvolvimento de projetos vultosos de infraestrutura e industrialização. (...)

Nas palavras de Maria da Conceição Tavares (1985, p. 116), no Brasil, “é o Estado quem aparece como substituto da máquina de crescimento privado, na medida em que opera crescentemente nos setores pesados da indústria de bens de produção e nas suas operações de financiamento interno e externo”. (COUTINHO; MESQUITA; NASSER, 2019, p.3)

O carvão do Rio Grande do Sul só conseguiu espaço no mercado um pouco antes do início da primeira Guerra Mundial, pois a Inglaterra se via envolvida no contexto caótico da guerra e,

consequentemente, tendo uma queda na produção de carvão. As necessidades de carvão no mercado interno foram suprimidas por algumas empresas, como a Viação Férrea do Estado, a Carris Porto Alegre e Companhia Força e Luz (SILVA, 2007). O governo se manteve omissivo durante o tempo que via a Inglaterra como uma forte oponente ao mercado de carvão, mas ao ver espaço na disputa no mercado, as políticas mudaram e o governo passou então a realizar empréstimos, isenções fiscais a leis que beneficiavam o carvão nacional.

Em 1924 é fundada a Companhia Energia Elétrica Riograndense, que tinha como objetivo a venda de energia elétrica de produtos derivados do carvão. Em 1928 é então inaugurada a primeira usina termelétrica de Porto Alegre, a usina do Gasômetro, que possuía o projeto do prédio e maquinários vindos da Inglaterra. Atualmente o Rio Grande do Sul é ainda conhecido como um polo carbonífero, sendo empresas do setor privado responsáveis pela extração de carvão (DORNELLES, OSTERMANN, 2021). O estudo e aperfeiçoamento dos motores a vapor na Grã-Bretanha e a necessidade de extração de carvão no Rio Grande do Sul para geração de energia foram guiados por um mesmo contexto político-econômico: a busca de mais eficiência, ou em outras palavras, uma busca por mais-valia.

Privatizar para se desenvolver

A extração de minérios e hidrocarbonetos é uma das atividades que contribuem para a intensificação do efeito estufa e, consequentemente, para as mudanças climáticas. No Rio Grande do Sul, a geração de energia através de termelétrica corresponde a 18%⁵. Essa prática ainda é adotada no Sul do país, com a

⁵ Geração e transmissão de energia elétrica. Atlas socioeconômico Rio Grande do Sul. Disponível em: <[179](https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/geracao-e-transmissao-de-energia#:~:text=Na%20matriz%20de%20gera%C3%A7%C3%A3o%20de,%2C6%25%20%C3%A0%20energia%20e%C3%B3lica%20(> Acesso em: 1 de fevereiro de 2024.</p></div><div data-bbox=)

justificativa de desenvolvimento econômico e, conseqüentemente, desenvolvimento social. O mito do progresso pode ser descrito como uma linha de desenvolvimento linear, no qual ao se produzir mais ciência se produz mais tecnologia e essa, conseqüentemente, produz desenvolvimento social (AULER, 2018). Podemos apontar diversos problemas com esse pensamento, mas começaremos com a ideia de que uma linha reta aponta apenas para uma direção possível. Esta linha tem a sua ponta direcionada ao desenvolvimento, logo, o andar para “trás” seria o contrário do desenvolvimento, o subdesenvolvimento. Esta palavra nasceu em 1949, durante o discurso do então presidente dos Estados Unidos da América (EUA), Harry Truman, que caracterizou os EUA como um país desenvolvido e aqueles que não possuísem a mesma economia e modelo de sociedade, seriam os subdesenvolvidos (LANG, 2016). Começava então uma corrida para nos igualarmos aos países desenvolvidos, que eram os que ditavam as métricas do desenvolvimento. Mais de 50 anos após essa fala, diversos países ainda são considerados como subdesenvolvidos e continuam correndo nessa linha imaginária do progresso e desenvolvimento, mas a linha de chegada parece cada vez mais distante, como se os países imperialistas a mudassem de lugar, sempre colocando-a um pouco mais à frente.

Ao pensar no acesso à energia elétrica devemos nos questionar sobre os motivos de lutarmos para que todos possam ter este direito. Se os motivos estão atrelados a pensar que energia elétrica é sinônimo de modernidade e essencial para o progresso de uma civilização⁶, estaremos colocando métricas para definir o quanto uma região é desenvolvida perante a outra, apenas pelo acesso à energia elétrica. Essa problemática é apontada pela pesquisadora Fabrina Furtado (2021):

⁶ Desenvolvimento em países mais pobres depende de acesso a energia, diz relatório da ONU. ONU, 2019. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/78859-desenvolvimento-em-pa%C3%ADses-mais-pobres-depende-de-acesso-energia-diz-relat%C3%B3rio-da-onu>>. Acesso em: 10 de abril de 2024

(...) é sempre bom questionar certos conceitos que, muitas vezes, definem as comunidades pela “ausência”, ou seja, pelo que elas não têm, em vez de considerar o que elas têm, a “presença” e, até, abundância. Nesse caso, a comunidade é definida como não desenvolvida por ela não ter acesso à energia, independente de toda a riqueza que ela possa ter; por exemplo, apesar da ausência de energia, ela produz alimentos saudáveis para todas as famílias, cuida da saúde a partir da medicina tradicional, além de preservar a cultura e identidades tradicionais. O acesso à energia também está relacionado à ideia de progresso e de desenvolvimento. Assim, acredita-se que uma comunidade só é “desenvolvida” quando tem energia. (...) Isso não significa defender que as comunidades não devem ter energia, mas é um elemento importante para refletir sobre como nos definimos: menos ou mais desenvolvidos?; quais são os custos do “progresso”?; o que também chega nas nossas comunidades com a energia? (FURTADO, p. 44, 2021)

As ideias de desenvolvimento e subdesenvolvimento fazem parte do projeto neocolonial, no qual mudam as nomenclaturas de império e colônia, para desenvolvidos e subdesenvolvidos (DILGER; FILHO, 2016). A colonialidade atua de diversas formas, até mesmo em meio à crise climática, sendo uma delas o colonialismo de carbono (EBERLE; MÜNSTERMANN; SIEBENECK, 2019). A necessidade de diminuição de emissões de carbono é uma possibilidade para países desenvolvidos, mas essa possibilidade se dá à custa dos países subdesenvolvidos. Os países ditos desenvolvidos compram o direito de poluir, através de empresas que operam nos países subdesenvolvidos. É necessário questionar o discurso do desenvolvimento e ao questionar, iremos perceber que estamos caminhando em uma linha que leva ao colapso da sociedade e da vida no planeta.

O investimento do setor privado em energia termelétrica no sul do país é justificado como uma forma de trazer renda para a localidade e pela necessidade de produção de energia. Em uma matéria publicada na página do governo do Rio Grande do Sul, é colocada a importância da construção de uma termelétrica para a diversidade na geração de energia elétrica, como mostra o fragmento a seguir.

O governador destacou a importância do projeto para o Estado e, especialmente, para a Metade Sul. Esse seria o maior investimento privado da história do Rio Grande do Sul, com potencial para gerar até 3 mil empregos.

(...)

O projeto da termelétrica depende de uma outorga que foi revogada pela Aneel, por causa de sucessivos atrasos da empresa que venceu o leilão em 2014. Depois disso, o grupo espanhol Cobra assumiu o projeto e aguarda a decisão da agência para retomá-lo.

Além da geração de empregos e de impostos, a termelétrica de Rio Grande é importante para ampliar a diversificação das fontes de produção de energia elétrica, tornando-a fundamental para o enfrentamento de eventuais crises de falta de energia, que podem vir a ser causadas pela escassez de chuvas. (BELLES, 2023)

Identifica-se que uma das justificativas para a construção de termelétrica é a necessidade de diversificação de geração de energia, por conta de eventuais crises de falta energia. As crises que podem causar falta de energia são causadas pelas mudanças climáticas, que são provocadas pela intensificação da emissão dos gases do efeito estufa. A solução encontrada para possível falta de energia é a mesma que provoca a falta de energia. A falta de energia na casa de Dona Maria em janeiro foi causada por um forte temporal que rompeu cabos de energia por toda a cidade. O problema, portanto, não foi uma dificuldade em gerar mais energia, mas de tempestades que estão cada vez mais fortes e são causadas pelas mudanças climáticas.

Enquanto as promessas de possível geração de empregos permeiam o discurso da privatização, o que vemos é uma diminuição do quadro de trabalhadores. Após a venda da CEEE-D para o setor privado, a companhia teve um corte de gastos, utilizando demissões para cortar custos, como mostra o trecho a seguir.

A companhia teve receita líquida de R\$ 24,2 bilhões, 35% acima do ano anterior, e lucro líquido de R\$ 4,3 bilhões, 25% acima do obtido em 2020. Esses números consideram todos os negócios, que envolvem seis distribuidoras como a CEEE-D espalhadas pelo Brasil, além de operações de transmissão, geração de eletricidade e até de saneamento.

(...)

Entre as conquistas relacionadas à distribuidora gaúcha, Miranda citou a captação de R\$ 2,5 bilhões desde o início da operação, em julho de 2021, utilizados na quitação de passivos e "equacionamento de parte dos investimentos planejados". Também considerou "excelente" a adesão ao plano de demissão voluntária de 46%.

Afirmou, ainda, que a revisão tarifária que elevou as contas residenciais em 14,7% em novembro passado foi "positiva" porque vai sustentar a necessidade de reforço do sistema de distribuição no Estado. (SFREDO, 2022)

O quadro de servidores que atuavam antes da privatização da CEEE foi substituído por trabalhadores terceirizados, que acabam atuando de forma pontual ao serem solicitados para, por exemplo, reparos nas redes de transmissão de energia. A problemática envolvendo a terceirização pôde ser vista, na prática, em fevereiro de 2024, quando um grupo de terceirizados cortou acidentalmente uma linha de transmissão subterrânea que era responsável pelo fornecimento de energia no Campus do Vale da UFRGS. Durante um período de 30 horas, em que a Universidade ficou sem luz, foram perdidos diversos materiais de pesquisa⁷. Os terceirizados, que eram responsáveis por realizar uma escavação, não tinham conhecimento sobre os cabos de energia que passavam por aquela localidade. Essa falta de conhecimento é consequência de um ritmo de trabalho intenso e mecanizado. A ruptura entre o trabalhador e o produto do seu trabalho provoca uma alienação.

O mesmo discurso utilizado pelo governo para defender a implementação de termelétricas e a necessidade de investir na geração de energia desaparece ao se propor o investimento na contratação e capacitação de servidores para trabalhador no setor energético. Incoerente num olhar superficial, mas coerente quando se entende a quem esse discurso serve: ao empresariado e,

⁷ FOSTER. G. UFRGS perde milhões de reais em pesquisas após falta de luz: 'Vamos começar do zero', diz vice-diretor de faculdade. G1 RS, 14 de fevereiro de 2024. <<https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/02/14/ufrgs-perde-milhoes-em-pesquisas-apos-falta-de-luz-vamos-comecar-do-zero-diz-vice-diretor-de-faculdade.ghtml>>. Acessado em: 02 de março de 2024

principalmente, aos defensores de uma sociedade que anda na linha no progresso. A ampliação do setor energético gera lucros, mas o investimento no trabalhador é prejuízo. A demanda por geração de energia não é uma reivindicação de Dona Maria e seus vizinhos – pois eles representam 32,9% do consumo de energia –, mas do comércio e indústria, que representam 52,3% dos consumidores⁸. A reivindicação de Dona Maria e de seus vizinhos é por qualidade do serviço, mas é impossível ter qualidade quando o foco é corte de gastos para gerar lucro. É necessário que nossa sociedade não se torne uma cultura do inquilino, onde não somos proprietários do nosso lar, os governadores viram síndicos e o setor privado, o proprietário. Na verdade, estamos próximos desse perfil, na medida em que a estatal que foi privatizada com discurso de “privatizar para melhorar” é uma empresa extremamente lucrativa e uma das piores concessionárias de energia elétrica do país, como mostram seus indicadores de desempenho:

Os indicadores da CEEE Equatorial deixam a concessionária na penúltima colocação de qualidade, dentre as 29 grandes distribuidoras de energia elétrica do país.

A qualidade das concessionárias de energia elétrica é medida pelo Desempenho Global de Continuidade (DGC) – indicador que considera duas variáveis: quanto tempo cada unidade ficou sem luz e quantas vezes cada ponto ficou desabastecido, naquele ano, na área de atendimento da empresa. (JACOBSEN, 2024)

A falta de qualidade no serviço fornecido não se restringe apenas a uma questão de ter ou não ter energia em casa. Ensina-se na escola e em casa sobre o perigo de se receber uma descarga elétrica e caso alguém esteja sofrendo um acidente, deve-se procurar o quadro geral e desligar a energia imediatamente. Só que em certas situações, esses ensinamentos não são suficientes para que não ocorra acidentes, como é o caso de fios soltos pela cidade,

⁸ Consumo Mensal de Energia Elétrica por Classe. Empresa de Pesquisa Energética. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/consumo-de-energia-eletrica>>. Acessado em: 15 de março de 2024

onde não existe um quadro geral que alguém possa desligar, onde a única solução é o serviço de reparo para que não ocorram acidentes. Infelizmente, com a qualidade de serviço precária da CEEE-Equatorial, os fios soltos são uma realidade comum no Rio Grande do Sul e está se tornando comum a morte por descarga elétrica. No dia 22 de março um menino de 11 anos morreu na cidade de Viamão enquanto brincava; o motivo foi um fio solto que tinha no local e não foi retirado, mesmo com o aviso, antes do ocorrido, de moradores sobre a situação no local⁹. No dia 04 de abril, menos de duas semanas depois do acidente anterior, um homem e dois cavalos morreram nas mesmas condições, eletrocutados por fios soltos. O acidente aconteceu às 10h30 e apenas às 11h30 a equipe da CEEE chegou ao local para desligar a energia, durante uma hora as vítimas foram eletrocutadas¹⁰.

A energia que mantém os alimentos de Dona Maria frescos e mantém as pesquisas da UFRGS funcionando estão dependendo do setor privado. O setor privado não se importa com o serviço público, não se importa com as pesquisas desenvolvidas em uma Universidade Federal e muito menos com a família de Dona Maria. O setor privado não se importa com as vidas da população. O setor privado se importa com o lucro. Uma sociedade voltada somente para o lucro está caminhando na linha do desenvolvimento e seu colapso é apenas uma questão de tempo. Todo esse lucro é à custa do trabalhador, e em algumas vezes, da vida desse trabalhador, e isso, as aulas de educação financeira não irão ensinar.

⁹ GOMES, Matheus. A MORTE DE UM MENINO DE 11 ANOS PODERIA TER SIDO EVITADA PELA EQUATORIAL! Recebi um print de um morador [...]. 25 mar. 2024. Twitter: @matheuspggomes. Disponível em: <https://twitter.com/matheuspggomes/status/1772286084249997556>. Acesso em: 10 abr. 2024.

¹⁰ [HTTPS://WWW.RSAGORA.COM.BR/AGRICULTOR-DE-24-ANOS-E-CAVALOS-SAO-ENCONTRADOS-MORTOS-APOS-SUSPEITA-DE-DESCARGA-ELETRICA/](https://www.rsagora.com.br/agricultor-de-24-anos-e-cavalos-sao-encontrados-mortos-apos-suspeita-de-descarga-eletrica/). 5 abr. 2024. Disponível em: <https://www.rsagora.com.br/agricultor-de-24-anos-e-cavalos-sao-encontrados-mortos-apos-suspeita-de-descarga-eletrica/>. Acesso em: 11 abr. 2024.

Desprivatizar como alternativa

Para além de lutar pela desprivatização do setor energético, é necessário também buscar a desprivatização da educação. De forma oculta, o setor privado é quem controla os sistemas educacionais, sejam eles entidades públicas ou privadas. Desde investimentos até projetos que organizam o currículo educacional são feitos a partir das demandas do setor privado.

A redução dos gastos educacionais e de outros gastos sociais também possui um objetivo ideológico: degradar a educação pública e, em seguida, argumentar que qualquer atividade pública é inferior à empresa privada capitalista. (...) O banco mundial e as fundações privadas (Ford e Rockefeller) elaboram e financiam programas educacionais e agendas de pesquisa, reformas de plano de estudos e educação ideológicas com vista a fazer avançar o processo de privatização e a vincular a educação aos interesses econômicos privados, à extensão colonial e a difusão da ideologia imperial. (PETRAS, 2007, p.74)

O modelo de privatização não é compatível com uma sociedade que possa viver com qualidade de vida. O fim do sistema capitalista não é o fim da humanidade, mas o início de diversas possibilidades de vida. É necessário abandonar esse fatalismo para que consigamos ter a esperança necessária para sairmos da inércia e nos organizarmos (Freire, 2014). Desta forma, a privatização não deve ser vista como a solução, mas como uma sentença.

A educação se coloca como o melhor terreno para lutar por outras possibilidades de vida, e a América Latina possui uma produção de conhecimento na área além de se mostrar como um espaço de luta contra o imperialismo através de estratégias revolucionárias (PETRAS, 2007). As reflexões teóricas de Paulo Freire (2014) nos disponibilizam ferramentas necessárias para enxergar as opressões e nos organizar para uma libertação através da práxis –uma ação dialética entre a prática e a reflexão.

Desta forma, uma educação em ciências e tecnologia revolucionária e libertadora encontram espaço dentro do “Pensamento Latino-Americano de Ciência, Tecnologia e

Sociedade” (PLACTS). É necessário não apenas refletir de forma crítica para as relações entre a Ciência e a Tecnologia, mas como ambas se relacionam com a sociedade e construir possibilidades para que a CT esteja a serviço das demandas sociais e não do setor privado. Esse rompimento com a ideia de uma CT voltada para o lucro é possível, e a América Latina é um laboratório de alternativas ao modelo capitalista (LANG, 2016).

Uma pesquisa realizada entre os anos de 2018 e 2019 mostrou que existem mais de 700 projetos de geração de energia renovável de forma coletiva, sendo 50 no Brasil (FURTADO, 2021). Dentro dos exemplos apresentados na pesquisa, está uma padaria, gerida por mulheres, que funciona com energia solar e sua produção de pães é destinada às escolas da região. Um segundo projeto, apresentado no mesmo estudo, é o “Projeto Alto Uruguai: cidadania, energia e meio ambiente”, que foi criado partindo das demandas do Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB). Utilizando biogestores que funcionam a partir de dejetos da suinocultura, é fornecido energia para 29 municípios da região do Alto Uruguai (região entre Santa Catarina e Rio Grande do Sul). Desta forma, a possibilidade de geração de energia sem ser em parceria com o setor privado já é uma realidade na América Latina.

Portanto, o Projeto Alto Uruguai, concebido pelo MAB, foi elaborado no contexto da luta contra hidrelétricas, da mercantilização e privatização da energia e da água e da necessidade de universalizar o acesso à energia, à autossuficiência energética e à justiça ambiental. (FURTADO, 2021, p.68),

A questão energética é uma questão social e dessa forma é inviável que o debate fique entre governantes e empresários. A questão da energia deve ser debatida para que a sociedade busque realizar e construir soluções de forma coletiva. É necessário lutar para que alternativas ao setor privado não sejam exceção, mas que sejam a regra. Desta forma, pensar as relações CTS a partir da América Latina se coloca como um horizonte de possibilidades, e destacamos que essas possibilidades se encontram no plural.

Conclusão

A problemática que envolve a distribuição de energia não é explicada por uma questão isolada, mas pela identificação do contexto político, econômico e social. A busca por extrair cada vez mais lucros vem guiando as sociedades capitalistas, e ao analisar os primeiros estudos sobre motores a vapor, percebemos que a criação de tecnologias e o estudo da ciência moderna ocidental estavam voltados para as demandas da burguesia. Quase trezentos anos depois, ainda temos a acumulação de capital como o motor da nossa sociedade. Para Walter Benjamin (citado por Lowy, 2014), as revoluções não são “como a locomotiva da história, mas como ação salvadora da humanidade que puxa os freios de emergência antes que o trem mergulhe no abismo” (LÖWY, 2014, p.98).

Nesse sentido, o ensino de ciências da natureza tem a potencialidade para ser revolucionário, mas para isso é necessário se desvincular do projeto de ensino imperialista e buscar uma articulação com as outras áreas do conhecimento e construir, de forma conjunta, uma educação crítica.

Ao final dessa linha do desenvolvimento em que o trem descarrila, 1% da sociedade estará de um lado com todas as riquezas produzidas pela sociedade, enquanto os outros 99% estarão na miséria. Nas primeiras aulas de matemática os estudantes aprendem sobre igualdade, o que tem de um lado da equação tem que ser o mesmo do outro. Não podemos falar que vivemos em uma sociedade igualitária se temos 1% da população concentrando seis vezes a riqueza do resto da população¹¹.

A compreensão da questão política, econômica, social e cultural em que vivemos é necessária para pensarmos que nossa vida não deve ser voltada para um modo de geração de lucro para

¹¹ O 1% mais rico do mundo embolsou quase duas vezes a riqueza obtida pelo resto do mundo nos últimos dois anos. Oxfam, 16 de janeiro de 2023. Disponível em: <<https://www.oxfam.org.br/noticias/o-1-mais-rico-do-mundo-embolsou-quase-duas-vezes-a-riqueza-obtida-pelo-resto-do-mundo-nos-ultimos-dois-anos/>> Acesso em: 15 de fevereiro de 2024

1%. É necessário reivindicar uma outra ciência e uma outra tecnologia, pois tudo isso é possível. O abismo não é o nosso fim, chegou a hora de puxar os freios. Um outro mundo é possível.

Referências

ACOSTA, A. Extrativismo e Neoextrativismo: Duas Faces da Mesma Maldição. In: DILGER, G.; LANG, M.; FILHO, J. P. (Orgs.). **Descolonizar o imaginário: debates sobre pós-extrativismo e alternativas ao desenvolvimento**. 1. Ed. São Paulo: Fundação Rosa Luxemburgo, 2016. P. 46- 85.

AULER, D. **Cuidado! Um cavalo viciado tende a voltar para o mesmo lugar**. 1. Ed. Curitiba: Appris, 2018.

BELLES, L. **Governador participa de reunião na Aneel para tratar do projeto de termoeletrica em Rio Grande**. Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 22 de março de 2023. Disponível em: < <https://estado.rs.gov.br/governador-participa-de-reuniao-na-aneel-para-tratar-de-projeto-de-termoeletrica-em-rio-grande>>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2024.

COUTINHO, D. R.; MESQUITA, C. F. DE M.; NASSER, M. V. N. DO A. M.. Empresas estatais entre serviços públicos e atividades econômicas. **Revista Direito GV**, v. 15, n. 1, p. e1902, 2019.

DILGER, G.; FILHO, J.P. Ousar pensar “fora da caixa” . In: DILGER, G.; LANG, M.; FILHO, J. P. (Orgs.). **Descolonizar o imaginário: debates sobre pós-extrativismo e alternativas ao desenvolvimento**. 1. Ed. São Paulo: Fundação Rosa Luxemburgo, 2016.

DORNELLES, D.; OSTERMANN, F. **Ecologismo dos pobres no enfrentamento de conflitos sociais e ambientais no sul global**. Anais do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências... Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/75956>>. Acesso em: 20 de março de 2024

EBERLE, C.; MÜNSTERMANN, N.; SIEBENECK, J. Carbon colonialism: A postcolonial assessment of carbon offsetting. University of Bonn/United Nations University. 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 56. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2014.

FURTADO, F. **Energia renovável em comunidades no Brasil: conflitos e resistências**. São Paulo: Fundação Rosa Luxemburgo, 2021

HOBSBAWM, E. **Da Revolução Industrial inglesa ao imperialismo**. 5. Ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2000

JACOBSEN, G. **CEEE Equatorial registra segundo pior desempenho de 2023 entre as distribuidoras de energia**. Gaucha ZH, Porto Alegre, 18 de março de 2023. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2024/03/ceee-equatorial-registra-segundo-pior-desempenho-de-2023-entre-as-distribuidoras-de-energia-veja-ranking-cltxc5iwwf0062016jytfjz37.html>>. Acesso em: 18 de março de 2023

LANG, M. Alternativas ao desenvolvimento. In: DILGER, Gerhard; LANG, Miriam; FILHO, Jorge Pereira (Orgs.). **Descolonizar o imaginário: debates sobre pós-extrativismo e alternativas ao desenvolvimento**. 1. Ed. São Paulo: Fundação Rosa Luxemburgo, 2016.

LÖWY, M. **O que é o ecossocialismo**. São Paulo: Cortez, 2014.

OSTERMANN, F.; REZENDE, F. BNCC, Reforma do Ensino Médio e BNC-Formação: um pacote privatista, utilitarista minimalista que precisa ser revogado. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S. l.], v. 38, n. 3, p. 1381–1387, 2021. DOI: 10.5007/2175-7941.2021.e85172 . Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/ífrica/article/view/85172>. Acesso em: 10 mar. 2024.

PETRAS, J. **O imperialismo e luta de classes no mundo contemporâneo**. 1. Ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2007.

SFREDO, M. **Com problema de qualidade na CEEE-D, Equatorial lucra R\$ 4,3 bilhões em 2021.** Gaúcha ZH, Porto Alegre, 24 de março de 2022. Disponível em: <<https://gauchazh.clicrbs.com.br/colunistas/marta-sfredo/noticia/2022/03/com-problema-de-qualidade-na-ceee-d-equatorial-lucrar-43-bilhoes-em-2021-cl158q8720003017czheq1o7k.html>>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2024.

SILVA, C. E. **Nas profundezas da terra: um estudo sobre a região carbonífera do Rio Grande do Sul.** 2007. Tese (Doutorado em História) Programa de Pós-Graduação em História, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SILVA, G.; ERROBIDART, N. Termodinâmica e Revolução industrial: Uma abordagem por meio da História Cultural da Ciência. **História da Ciência e Ensino.** V. 19, p. 71-97, 2019.

SILVA, T. T. **Documentos de identidade: uma introdução às teorias de currículo.** 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora: 2017.

Capítulo 7

FACTS e Educação Científica Crítica: possibilidades para se discutir decolonialidade nas aulas de Ciências

Mariana dos Santos
Christiana Andréa Vianna Prudêncio

Reflexões sobre Educação no Mundo Pós-Pandemia

Nos últimos anos, o mundo testemunhou uma transformação sem precedentes na forma como a educação é concebida, entregue e percebida. A pandemia causada pelo COVID-19 forçou governos, educadores, pais e alunos a se adaptarem rapidamente a novos modelos de ensino e aprendizado, desafiando os sistemas educacionais em escala global. A crise sanitária colocou em xeque o ensino de Ciências tal como o conhecíamos, ao sermos confrontados com o número de mortos crescendo a cada dia, em grande parte fruto de discursos negacionistas sobre protocolos de saúde e, posteriormente, sobre as vacinas, em uma tentativa de minimizar os efeitos e a letalidade do vírus.

Concordamos com Morin que, do alto de seus quase 100 anos de vida, relata em seu livro *“É Hora de Mudarmos de Via – As Lições do Coronavírus”* que encarou a crise como surpreendente, mas não inesperada. O autor, que durante sua vida defendeu a Ciência como ferramenta capaz de estabelecer previsões, ainda diz que:

O pós-coronavírus é tão preocupante quanto a própria crise. Poderia tanto ser apocalíptico quanto portador de esperança. Muitos comungam a certeza de que o mundo de amanhã não será o mesmo de ontem. Mas como será? A

crise sanitária, econômica, política e social conduzirá ao desmembramento de nossas sociedades? Saberemos extrair lições dessa pandemia que revelou a comunhão de destinos para todos os humanos, em ligação com o destino bioecológico do planeta? E eis que entramos na era das incertezas. (Morin, 2020, p.22).

Essa incerteza se fez presente de uma forma assustadora para os professores de Ciências, que se viram forçados a reavaliar sua forma de ensinar frente a essa “era das incertezas”. Diante deste contexto, várias perguntas emergem: “estamos no caminho certo?”; “como retomar a confiabilidade de parte da população nos conhecimentos científicos?”; “como combater o negacionismo científico?”.

À medida em que, aos poucos, superamos esse período de crise, temos sido confrontados com a necessidade premente de reavaliar não apenas como educamos nossas gerações futuras, mas também o próprio propósito e estrutura da educação. Desde a rápida transição para o ensino remoto até a disparidade no acesso à tecnologia e recursos educacionais, a pandemia destacou as desigualdades existentes em nossas sociedades e sistemas educacionais. No entanto, também revelou o poder da tecnologia para ampliar o acesso à educação, conectando alunos e professores além das fronteiras físicas e proporcionando novas formas de colaboração e aprendizado personalizado.

No entanto, para além das benesses que as tecnologias proporcionaram durante a pandemia, houve inúmeros pontos de atenção que até hoje, passados 4 anos do início da crise no Brasil, são responsáveis pela educação cada vez mais decadente, tanto do ponto de vista estrutural, quanto do ponto de vista curricular. Assim, conforme navegamos pelas incertezas e complexidades do mundo pós-pandemia, é crucial que nos unamos em busca de soluções colaborativas e inovadoras que contribuam para a melhoria deste cenário, que, mesmo passada a pior fase da pandemia, deixou resquícios entranhados em parte da população que ainda se recusa a confiar nas vacinas ou que acredita em uma Terra plana.

Ainda que não exista uma resposta única, acreditamos que parte dessas questões podem ser problematizadas à luz de uma educação científica crítica, que busque formar cidadãos autônomos em sua tomada de decisões, alfabetizados cientificamente a ponto de utilizarem os conhecimentos científicos e tecnológicos de maneira crítica para compreender o mundo e transformá-lo, de preferência para melhor, como afirma Chassot (2003).

Defendemos que compreender esse mundo que é marcado pelo conhecimento científico e tecnológico implica sim entender Ciência, porém, ao fazer isso é necessário considerar que o ensino de conteúdos descolados do contexto social pouco (ou nada) ajuda a entender as questões cotidianas, ou seja, não auxilia no combate a injustiças, preconceitos e a questionar um currículo colonizado.

Nos apoiamos aqui em Quijano (1992) que discorre sobre as relações de Colonialidade mostrando que essas representam um verdadeiro apagamento da humanidade, história e cultura dos povos colonizados, mesmo após o fim do colonialismo. Nesse sentido, quando pensamos na escola, e na educação de uma maneira geral, essa relação de colonialidade se expressa marcadamente na reprodução de conhecimentos de origem europeia como sendo os únicos considerados válidos.

Nesse sentido, mais especificamente para o ensino de Ciências, área em que atuamos, não são considerados (sequer conhecidos) os conhecimentos científicos e tecnológicos de origem africana, afrodescendente e indígena. O apagamento dessas histórias, humanidades e identidades chega a ponto de passarmos parte de nossa educação básica estudando o Egito antigo e toda sua magnitude na matemática, na medicina, na geometria, porém, continuarmos a ver nos livros didáticos a imagem de africanos associada somente à escravidão e ao trabalho braçal.

O mesmo pode ser dito sobre a questão indígena no Brasil. Para Rodrigues, Linsingen e Cassiani (2019):

A questão indígena no Brasil e na América Latina é um exemplo concreto desse silenciamento de sujeitos e conhecimentos socioculturalmente

referenciados. Além da violência explícita e genocida que os indígenas sofreram no processo de colonização e continuam sofrendo, existe também uma violência epistêmica e moral. O que aprendemos e ensinamos sobre as culturas indígenas nas escolas, além da visão do homem branco sobre esses povos de múltiplas culturas? (Rodrigues; Linsingen; Cassiani, 2019, p. 74).

Existem diversas formas pelas quais a Ciência pode ser ensinada sem que esteja descolada de questões sociais de interesse da população e que promovam a formação para cidadania. Em nosso grupo, trabalhamos com a Educação CTS como uma proposta de reestruturação curricular capaz de fazer a interface entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Por meio dela, é que buscamos trazer para dentro da sala de aula discussões sobre gênero, relações étnico-raciais, edismo, machismo, LGBTQIA+fobia, desigualdade social e econômica, e tantos outros males que marcam nossa sociedade. Isso tudo, sem descuidar da necessidade de se trabalhar os conhecimentos científicos.

No entanto, acreditamos também que é dever da educação, em nosso caso mais especificamente do ensino de Ciências, não somente trazer as mazelas, mas também, reafirmar potências; (re)contar as histórias por outras vozes, que não somente as dos colonizadores; (re)descobrir os conhecimentos científicos e tecnológicos de matriz africana, afrodescendente e indígena, que há muito estão fora das escolas, se é que algum dia estiveram.

E para isso, leis como a 10639/03 e a 11645/08, que tratam especificamente da inserção da história e cultura africana, afrodescendente e indígena na escola, por mais que sejam marcos importantes e necessários, por si só não conseguem fazer com que esses conhecimentos adentrem as salas de aula. No entanto, elas apontam para a necessidade de se romper com o protagonismo europeu nos materiais didáticos e para a necessidade de o “Brasil se reconhecer como um país que precisa se pensar em uma perspectiva multicultural e pós-colonial” (Cerezer; Ribeiro, 2015, p. 105).

Assim, neste capítulo, buscamos lançar luz sobre as questões urgentes e oportunidades promissoras que poderão auxiliar na melhoria do futuro da educação científica, convidando os leitores a

participarem de um diálogo vital sobre como podemos construir um sistema educacional mais justo, inclusivo e preparado para os desafios que ainda estão por vir.

Para isto, utilizaremos como campo de análise o caso da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo (SEDUC-SP), que implementou a plataformização de seus materiais e conteúdos do Ensino Fundamental e Médio, tanto para alunos quanto para professores. Procuraremos problematizar oportunidades desperdiçadas para se construir uma educação científica crítica, pautada em questões sociais e que leve em consideração a necessidade de se descolonizar o ensino.

Para tanto, como dito anteriormente, nos apoiamos na Educação CTS a partir de uma ferramenta avaliativa, a FACTS¹, que apesar de não ter sido criada especificamente para discutir as questões decoloniais pode auxiliar em muito para se pensar um currículo que se contraponha a outro que não traz o conhecimento científico como um aliado para se formar para a cidadania.

Plataformização da educação: inovação ou precarização do trabalho docente?

A plataformização da educação, caracterizada por Van Dijck e Poell (2018) como a inserção das plataformas digitais nas diversas atividades escolares e acadêmicas, tem proporcionado uma maior acessibilidade ao conhecimento, rompendo barreiras geográficas e temporais.

No entanto, esse modelo muitas vezes enfatiza a padronização do conteúdo, reduzindo a autonomia pedagógica dos professores, impactando profundamente o seu trabalho e levando a condições de precarização. A Resolução nº 3, de 21 de novembro de 2018 que atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, alavancou a possibilidade de plataformização de educação ao

¹ Disponível em facts.ufscar.br

permitir que até 20% da carga horária total pudesse ser realizada à distância (Brasil, 2018).

A SEDUC-SP, em um movimento considerado pela própria como “engajador”, “inovador” e com vistas a “auxiliar” o professor² adicionou um novo elemento ao conceito de plataformização da educação: a disponibilização de aulas prontas para que os professores possam utilizar diretamente ligando seu computador ao aparelho de TV ou ao projetor da sala de aula. Embora possa, de fato, parecer revolucionário, o problema surge quando as plataformas digitais se tornam o centro do processo de ensino e aprendizagem, relegando ao professor o papel de um mero supervisor ou facilitador, limitando assim sua capacidade de adaptar o conteúdo às necessidades específicas de seus alunos e de exercer sua expertise pedagógica. Mesmo que a propaganda do governo diga que é possível editar o material que foi disponibilizado, ao limitar sua capacidade de tomar decisões pedagógicas significativas as plataformas digitais não apenas desperdiçam o conhecimento profissional dos professores, mas também minam sua motivação e o seu engajamento, fazendo com que se sintam desvalorizados e desempoderados em seu próprio ambiente de trabalho.

Em termos teórico-metodológicos, o material plataformizado tem como foco predominante o próprio conteúdo específico, apresentado de maneira acelerada e superficial, visando o bom desempenho dos estudantes em avaliações externas chamadas de “Prova Paulista”. Estas avaliações atuam como controle das atividades dos professores em sala de aula, uma vez que o conteúdo que é cobrado é exatamente o que está no material disponibilizado para o trabalho em sala de aula. Isso limita - quase anula - o trabalho do professor em termos de planejamento e de adequação do conteúdo à realidade de sua sala de aula. Ainda mais grave é a ausência de criticidade na apresentação dos conteúdos e

² <https://www.educacao.sp.gov.br/sala-futuro-educacao-de-sp-oferece-material-digital-inedito-para-professores-da-rede/>

o silenciamento de determinadas questões emergentes e importantes que atravessam o conteúdo específico de Biologia, mas não encontram espaço para o seu desenvolvimento dentro deste modelo de educação idealizado pelos gestores da SEDUC-SP.

É importante destacar que todas as ações tomadas até aqui pelo governo do Estado de São Paulo estão na contramão do que as pesquisas apresentam há muito tempo como fundamental para o ensino de Ciências. Nesse sentido, Edgar Morin já apontava, há mais de 20 anos, que o desafio da educação do futuro seria:

Fornecer uma cultura que permita distinguir, contextualizar, globalizar os problemas multidimensionais, globais e fundamentais, e dedicar-se a eles; preparar as mentes para responder aos desafios que a crescente complexidade dos problemas impõe ao conhecimento humano; preparar mentes para enfrentar as incertezas que não param de aumentar, levando-as não somente a descobrirem a história incerta e aleatória do universo, da vida, da humanidade, mas também promovendo nelas a inteligência estratégica e a aposta em um mundo melhor. (Morin, 2003, p. 102).

Estes desafios ainda permanecem atuais, haja vista que os movimentos “inovadores” propostos pelo sistema educacional paulista e nacional, com o Novo Ensino Médio (NEM), nem de longe abrem espaço para que o conhecimento seja trabalhado de maneira complexa e que os problemas sejam abordados de forma multidimensional.

A necessidade de uma formação crítica e reflexiva se torna ainda mais urgente no século XXI devido à crise ambiental global. Esta crise envolve questões econômicas, políticas, ecológicas e culturais, aumentando a pressão por uma educação que proporcione um desenvolvimento crítico e reflexivo.

No âmbito dessas preocupações, a perspectiva CTS (ciência-tecnologia-sociedade) na educação científica tem promovido debates e reflexões sobre as complexas interações entre ciência, tecnologia e sociedade há várias décadas e em diferentes espaços, o que “possibilitou uma tomada de consciência, por parcelas cada vez mais amplas da população, em relação aos problemas

ambientais, éticos e de qualidade de vida” (Santos; Mortimer, 2001, p. 96). Portanto, concordamos com Freitas *et al* (2022) que adotar a perspectiva CTS é fundamental para se desenvolver uma educação científica crítica e reflexiva, que considere os impactos da ciência e utilize a tecnologia para resolver problemas sociais e ambientais, locais e globais, influenciando, assim, a formação cidadã tanto dentro quanto fora das escolas. Assim, é necessário problematizar e aprofundar a compreensão das dificuldades e possibilidades de adoção e expansão dessa abordagem.

Destacamos que em uma sociedade como a brasileira, marcada pela desigualdade social, o machismo, o patriarcado e pelo racismo estrutural (somente para citar alguns dos problemas), formar para cidadania perpassa discutir todas essas questões, dentre elas, foco de nossa escrita aqui, a necessidade de uma educação antirracista, a partir de um currículo descolonizado.

FACTS: relações com uma educação científica crítica

Assim, a proposta aqui apresentada baseia-se na avaliação global do material plataformizado do estado de São Paulo e na proposição de melhorias e avanços possíveis e desejáveis deste material na direção da construção da cidadania. Para isto, utilizaremos como parâmetros os critérios presentes na Ferramenta Avaliativa CTS (FACTS) descrita detalhadamente em Freitas *et al* (2022).

Basicamente, esta ferramenta reúne os consensos de um grupo de especialistas em Educação Científica Crítica sobre os pressupostos centrais desta perspectiva e, de acordo com Freitas *et al* (2022):

[...] pode ser utilizada para orientar processos avaliativos e, ao mesmo tempo, fornecer parâmetros que subsidiem a realização de práticas e processos de formação de professores, produção de materiais didáticos e desenvolvimento de programas educativos, que visem desenvolver uma educação científica crítica e reflexiva na perspectiva CTS. (Freitas *et al*, 2022, p. 184).

A FACTS é composta por três eixos: Eixo A – Processos de Ensino/Aprendizagem, Eixo B – Visão/Produção de C&T e, Eixo C – Cidadania e Ação, cada um desses possuindo 14 critérios.

Neste capítulo, focalizaremos apenas o eixo C da FACTS, que traz critérios que analisam aspectos relacionados à construção da cidadania por meio da participação consciente e crítica e das escolhas individuais.

Como dito anteriormente, apesar da FACTS não ter sido criada especificamente para discutir a questão decolonial, acreditamos no potencial do eixo C - Cidadania e Ação - para conduzir um processo de construção do conhecimento científico nessa direção. Este eixo traz critérios que destacam a relevância da participação cívica e do compromisso social para melhorar tanto o ambiente individual quanto a comunidade ao redor. Por meio desse eixo, é possível avaliar em que medida os alunos são desafiados a compreenderem problemas sociais, identificarem soluções e agirem para promover mudanças em suas próprias realidades. Além disso, este eixo prioriza elementos que favorecem o desenvolvimento de habilidades essenciais para a construção da cidadania, como trabalho em equipe, resolução de problemas, comunicação eficaz e tomada de decisões éticas e responsáveis (Freitas *et al.*, 2022).

O critério 12, por exemplo, denominado “Participação consciente e crítica no desenvolvimento da sociedade” oferece elementos para analisar em que medida o objeto avaliado proporciona aprendizagens que possibilitam essa participação consciente e crítica com base na construção de conhecimentos, valores e experiências de ação que considerem os conceitos de sustentabilidade, equidade e justiça social. A participação crítica dos estudantes e a construção de experiências de ação são fundamentais para o desenvolvimento da cidadania, pois promovem a transição da teoria para a prática. Quando os alunos se envolvem ativamente em questões sociais e ambientais, especialmente aquelas que fazem parte de seu cotidiano, não apenas constroem conhecimentos teóricos, mas também aplicam esses conhecimentos de maneira prática e relevante. Esse

engajamento crítico os capacita a entender profundamente os desafios enfrentados pela sociedade e a contribuir de forma significativa para a solução desses problemas.

Ao analisar o material da SEDUC-SP³, percebemos que em alguns momentos há um aceno de que estes conhecimentos poderão ser trabalhados e desenvolvidos, mas não é o que ocorre devido à maneira como o conteúdo é apresentado. Na aula 8 do 1º bimestre do 1ª série do Ensino Médio, do componente Biologia, intitulada “Ameaças ao equilíbrio do ecossistema”, por exemplo, o objetivo indicado é “Identificar e analisar os fatores que ameaçam o equilíbrio do ecossistema”. As recentes enchentes do Rio Grande do Sul, causadas principalmente pelo desequilíbrio ambiental, são apenas um dos vários exemplos que evidenciam que a ação antrópica é determinante no que se refere às mudanças climáticas e que este assunto precisa estar presente nas salas de aula. Esta aula seria um potencial espaço para se tratar destas questões, mas isso não se observa. Em uma sequência de doze slides, são apresentadas duas reportagens: uma sobre o vulcão Etna, para dizer que a erupção de um vulcão é uma ameaça natural ao ecossistema, e outra sobre a fumaça que encobriu o céu de São Paulo transformando o dia em noite, em que é solicitado aos alunos que, ao lerem apenas o título da reportagem, dissertem sobre “como as queimadas podem ser uma ameaça à manutenção do equilíbrio do ecossistema” (slide 9).

Esta seria uma excelente oportunidade para que o professor pudesse discutir com os estudantes sobre o impacto do desmatamento nas mudanças climáticas, que alteram sobremaneira os ecossistemas. Em uma perspectiva de educação decolonial, seria muito pertinente que o professor inserisse conceitos como o racismo ambiental, por exemplo, que impacta diretamente os próprios estudantes de escolas periféricas brasileiras. Esta discussão poderia favorecer a percepção destes

³ O material da SEDUC-SP foi obtido junto a professores da rede estadual, uma vez que ele não está disponível para acesso ao público em geral.

estudantes sobre este problema do qual eles mesmos fazem parte e, assim, com base em conceitos relacionados à biodiversidade e sustentabilidade, eles seriam capazes de pensar e propor modos de superação destas questões, com vistas à promoção de equidade e justiça social. De acordo com a FACTS, se o ensino dos impactos ambientais contemplasse este tipo de discussão, esta aula estaria em um nível “Expert” em termos de Educação Científica Crítica.

Ainda na esteira da construção desta cidadania de maneira crítica e ativa, o critério 15 da FACTS avalia a “Construção de identidade/pertencimento (inclusão) e de valores” como responsabilidade, solidariedade e colaboração. Focalizando a questão da construção da identidade e do pertencimento no contexto decolonial, é preciso recuperar o conceito de “colonialidade do ser”, definido por Maldonado-Torres (2007), que diz que:

[...] se a colonialidade do poder se refere à inter-relação entre formas modernas de exploração e dominação, e a colonialidade do conhecimento tem a ver com o papel da epistemologia e as tarefas generalidades da produção de conhecimento na reprodução de regimes do pensamento colonial, a colonialidade do ser refere-se, então, à experiência vivida de colonização e seu impacto na linguagem. (Maldonado-Torres, 2007, p. 130).

Se levarmos em consideração que o público das escolas públicas é constituído predominantemente pela população periférica, sendo esta majoritariamente negra, a escola, que ainda preserva estrutura e currículos eurocêntricos, em nada contribui para que estes alunos encontrem referências para a construção de suas identidades. Pelo contrário, fortalece ainda mais o discurso branco ao não trazer, por exemplo, a história e as descobertas feitas por cientistas africanos ou aprofundar discussões sobre as contribuições dos conhecimentos indígenas e quilombolas para avanços na agricultura, na astronomia, filosofia, dentre outros.

Na aula 10 do 1º bimestre do 2ª série do Ensino Médio, intitulada “Desmatamento e saúde humana”, o slide 8 introduz o

conceito de Zoonoses, exemplificando algumas das que possuem maior ocorrência em território brasileiro, dentre elas a Febre Amarela, a Dengue e a Malária. A orientação é para que os estudantes “pesquisem sobre uma das zoonoses listadas e montem um infográfico explicando o ciclo de transmissão e as medidas profiláticas”. Ao focalizar a aprendizagem apenas no ciclo de transmissão e nas medidas profiláticas, o material limita as possibilidades de discussão do que já se sabe sobre profilaxia, especialmente porque este conhecimento está atrelado a uma pesquisa feita por dois jovens africanos: Moctar Dembele e Gerard Niyondiko, de Burkina Faso, que criaram um sabonete usando ervas locais e que atua como um repelente do mosquito que transmite a malária, um problema grave de saúde pública na África⁴. Além disso, a água que é usada durante o banho e que contém o sabão, mata as larvas dos mosquitos nos canais por onde ela escoar. Este tipo de informação dada aos alunos, além de colocar os pesquisadores negros africanos em um lugar de destaque pouco convencional no currículo escolar, contribui para que os estudantes negros vislumbrem a possibilidade de também ocuparem este espaço da produção de conhecimentos. Em uma esfera mais ampla, o professor pode estimular seus alunos a pensarem em soluções para outras zoonoses brasileiras ou para aquelas que possuem mais ocorrência, dependendo do contexto escolar.

Da mesma forma, ao apresentar a aula 12 do 1º bimestre do 1ª série, que discute o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7: Energia limpa e sustentável, o material perde a oportunidade de alcançar o nível Expert da FACTS quando opta apenas por trabalhar conceitos de biomassa e biocombustíveis, apresentando-os como uma das soluções para a redução da emissão de gases do efeito estufa. Não há reflexão ou qualquer indicação sobre como, por exemplo, os povos indígenas e quilombolas compreendem e realizam a produção de energia sem causar impacto à natureza, o

⁴ Mais informações em: <https://www.revistahcsm.coc.fiocruz.br/jovens-africanos-criam-sabonetes-contr-a-malaria/> (Acesso em 29/05/2024)

que poderia contribuir para a construção de identidade e pertencimento, além de valores relacionados à responsabilidade ambiental, coletividade, colaboração, dentre outros.

O critério 16 da FACTS trata das “Perspectivas democráticas e emancipatórias para escolhas individuais”, que visa analisar em que medida são apresentados pontos de vista variados em relação a questões ambientais e questões emergentes socialmente relevantes, de maneira que os indivíduos possam exprimir sua humanidade. Consideramos este critério um complemento do anterior, uma vez que para que o sujeito possa exprimir sua humanidade é preciso que ele a reconheça em si mesmo à medida em que constrói sua identidade, e se veja como parte integrante e constitutiva da sociedade. Fazendo esta correlação, já é possível depreender que o material da SEDUC-SP também não favorece a expressão da humanidade ao não abrir espaço para que o sujeito possa se expressar adequadamente.

É interessante que possamos refletir o quanto este silenciamento também tem relação com a colonialidade. Maldonado-Torres (2007) explica que a classificação social determinada pelos colonizadores da América e baseada na cor da pele (europeu, índio, negro e mestiço) consiste em uma relação vertical entre os sujeitos, ou seja, existem identidades que são superiores a outras e, por isso, também existem humanidades que superam outras. Um exemplo disso é que, mesmo após o conceito de diferentes raças humanas ter sido desacreditado cientificamente, ele persiste como uma construção social e, sendo assim, o discurso europeu predominante nos currículos escolares sobrepõe qualquer expressão de humanidade de estudantes do sul global se esta não for propriamente estimulada e fomentada por professores e gestores educacionais.

A aula 8 do 1º bimestre do 2ª série do Ensino Médio disponibilizada pela SEDUC-SP trata do tema “Monocultura”. Em 15 slides, o material conceitua o termo e convida os estudantes a refletirem sobre os problemas deste modelo de produção agrícola na perspectiva do empobrecimento do solo, de questões que

relacionam a safra de grãos produzidos a partir da monocultura e a resolução do problema da fome no Brasil. São discussões válidas e pertinentes, mas que deixam de lado outros aspectos importantes e fundamentais que devem ser discutidos neste contexto. Problematizar, por exemplo, o impacto do agronegócio brasileiro, especialmente da produção de carne bovina, no meio ambiente, na economia e na sociedade de maneira geral, daria oportunidade para que os estudantes visualizassem de que maneira esta prática influencia sua própria realidade e a de seu entorno. Além disso, é preciso lembrar que grande parte das ocorrências de flagrantes de pessoas submetidas a trabalhos análogos à escravidão é em propriedades rurais que praticam monocultura e exploram a mão-de-obra - predominantemente de homens negros - em busca de lucro. Outras questões relacionadas à perda de empregos no campo provocadas pela mecanização do cultivo, ocasionando o êxodo das famílias do campo para a cidade, os impactos desta migração na perda da identidade das pessoas ou mesmo na estrutura das cidades, dentre outros, podem ser oportunidades para os estudantes expressarem suas próprias vivências, afirmando suas identidades e humanidades em meio à estrutura eurocêntrica dos conteúdos. Esses movimentos, além de altamente desejáveis para promover o desenvolvimento integral dos estudantes, favorecem o alcance do nível Expert da FACTS.

Em resumo, o material disponibilizado pela SEDUC-SP precisa ser revisto e remodelado, uma vez que se encontra em níveis de construção de uma Educação Científica Crítica muito baixos, de acordo com a FACTS. Além disso, seus conteúdos e abordagens ainda permanecem atrelados ao modelo tradicional de currículo, que não favorece a discussão, a reflexão e a construção de conceitos relacionados à uma educação decolonial, prejudicando, inclusive, a construção da identidade e do pertencimento destes estudantes e dificultando sua atuação na sociedade.

É sabido que este modelo de educação faz parte de um projeto maior de precarização e conseqüente privatização do ensino

público. É por isso que reiteramos a necessidade de, mais uma vez, os professores se tornarem unidades de resistência dentro de suas salas de aula, de maneira a garantirem minimamente sua liberdade de cátedra e auxiliarem na construção de uma sociedade mais justa a partir do conhecimento.

Algumas considerações

A educação em uma perspectiva decolonial é fundamental na construção de uma sociedade mais equitativa e justa por desafiar narrativas dominantes e eurocêntricas que historicamente marginalizaram as vozes e conhecimentos dos povos colonizados. Ao promover uma visão crítica e inclusiva da história, da cultura e do conhecimento, a educação decolonial busca dismantlar as estruturas de poder que perpetuam a desigualdade e a opressão. No contexto brasileiro, a educação decolonial é particularmente relevante, uma vez que o Brasil é um país marcado por uma história de colonização que deixou profundas cicatrizes nas populações indígenas, afrodescendentes e outras comunidades marginalizadas. A implementação de uma educação que reconheça e valorize essas histórias e conhecimentos é crucial para a promoção da justiça social e da igualdade.

É neste contexto que chamamos a atenção para a ineficiência do material disponibilizado pela SEDUC-SP em termos de promover uma educação científica em uma perspectiva crítica, com foco na formação cidadã para a compreensão e a proposição de soluções para problemas ambientais e sociais, especialmente os locais, o que favoreceria o desenvolvimento do ensino em uma perspectiva decolonial. Embora existam alguns - poucos - esforços pontuais para incluir temas relacionados à diversidade cultural e à história afro-brasileira e indígena, a abordagem ainda é insuficiente e superficial. Faltam narrativas que desafiem de forma incisiva as estruturas de poder coloniais e eurocêntricas que continuam a influenciar a educação brasileira.

A ausência de abordagens mais amplas sobre os conteúdos, que apresentem as histórias e culturas tão diversas do sul global, não apenas perpetua a marginalização desses grupos, mas também falha em oferecer aos estudantes uma compreensão completa e crítica da história e da sociedade brasileira.

Outra crítica relevante ao material da SEDUC-SP é a falta de espaço para a voz e a agência dos próprios educandos. A educação CTS defende que os estudantes sejam agentes ativos na construção do conhecimento, reconhecendo suas próprias experiências e perspectivas como valiosas, o que favorece a construção da identidade e do pertencimento. No entanto, o material didático frequentemente adota uma abordagem passiva, na qual os alunos são receptores de conhecimento pré-determinado, sem espaço para questionamento ou diálogo crítico.

Assim, para avançar na direção de uma educação verdadeiramente decolonial, é necessário que a SEDUC-SP e outras instituições educativas implementem mudanças estruturais em seus currículos e materiais didáticos. Nesta direção, a FACTS se apresenta como uma potencial fonte de informações, apontando elementos para a construção de currículos que reflitam a diversidade e a complexidade das histórias e culturas que compõem a sociedade brasileira, bem como a adoção de práticas pedagógicas que promovam a reflexão crítica e a participação ativa dos estudantes.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica, Parecer N. 03/2018. **Atualização das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, observadas as alterações introduzidas na LDB pela Lei n. 13.415/2017**. Disponível em: <http://www.abmes.org.br/arquivos/legislacoes/Parecer-cne-ceb-003-2018-11-08.pdf>. Acesso em 26 de abril de 2024.

CEREZER, O. M.; RIBEIRO, R. R. A formação de professores na fronteira: currículo e diversidade étnico-racial nos cursos de licenciatura em história (Mato Grosso, Brasil). In: MÜLLER, T. M. P.; COELHO, W. de N. B.; FERREIRA, P. A. B. (Orgs). **Relações étnico-raciais, formação de professores e currículo**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Jan/Fev/Mar/Abr 2003.

FREITAS, D., CALAFELL, G. E; PIERSON, A. H. C. A Rubric to Evaluate Critical Science Education for Sustainability. **Sustainability**, v.14, n. 14, 2022, p. 1-19.

FREITAS, D.; SANTOS, M.; PIERSON, A. H. C.; CALAFELL, G. FACTS: uma ferramenta CTS para avaliação de processos e produtos na educação científica. **Revista CTS**, v. 17, n. 51, nov./2022, p. 179-202.

MALDONADO-TORRES, N. Sobre la colonialidad del ser: contribuciones al desarrollo de un concepto. In: Castro-Gómez, S.; Grosfoguel, R. (Orgs.) **El giro decolonial**. Reflexiones para una diversidad epistémica más allá del capitalismo global. Bogotá: Universidad Javeriana - Instituto Pensar, Universidad Central - IESCO, Siglo del Hombre Editores, 2007. p. 127-167.

MORIN, E. **A cabeça bem feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2003.

MORIN, E. **É hora de mudarmos de via**: lições do coronavírus. Colaboração de Sabah Abquessalam. Tradução de Ivone Castilho Benedetti. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020.

QUIJANO, A. Colonialidad y modernidad/racionalidad. **Perú indígena**, v. 13, n. 29, p. 11-20, 1992.

RODRIGUES, V. A. B.; LINSINGEN, I. von; CASSIANI, S. Formação cidadã na educação científica e tecnológica: olhares críticos e decoloniais para as abordagens CTS. **Revista Educação e Fronteiras On-Line**, Dourados/MS, v.9, n.25, p.71-91, jan./abr. 2019.

SANTOS, W. L. P. E MORTIMER, E. L. Tomada de decisão para a ação social responsável no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n. 1, 2001, p. 95-111.

VAN DIJCK, J.; POELL, T. Social media platforms and education. In: Burgess, Jean; Marwick, Alice; Poell, Thomas (Ed.). **The SAGE Handbook of Social Media**. S.l.: SAGE Publications Ltd, 2018.

Capítulo 8

Aprendendo a conviver com a natureza a partir das culturas ameríndias

Iris Selene Conrado
Dália Melissa Conrado
Elisangela Matias Miranda
Regiani Magalhães de Oliveira Yamazaki

Introdução

A ideia hegemônica de dominação da natureza, juntamente com a separação das ciências humanas e naturais, a mercantilização do meio ambiente e a quantificação da vida em sociedades que supervalorizam o urbano, todas essas visões de mundo, reunidas em uma matriz de racionalidade hegemônica ocidental, mantidas e reforçadas nas últimas décadas, tem sido uma das causas para os problemas socioambientais enfrentados pela humanidade planetária (Porto-Gonçalves, 2012).

O processo histórico da colonização utilizou a supremacia para determinar as culturas consideradas adequadas e as que poderiam ser subjugadas, optando-se por um caminho de discriminação, ao invés de integração das diferentes culturas. “A cosmovisão etnocêntrica das culturas europeias, que se autodefiniam como universais, induzia os conquistadores a ver os outros povos e as culturas diferentes como particulares e inferiores” (Fleuri, 2017, p. 280). Segundo o autor, muitas comunidades indígenas perderam sua identidade, ao aceitar a visão e o modo de vida dos colonizadores. Essa ruptura gerou um desequilíbrio nas relações entre homem e natureza, principalmente

quanto às dificuldades na relação com o sobrenatural, bem como na forma de explorar recursos em terras restritas (Brand; Colman; Siqueira, 2005).

Já o conhecimento decolonial busca resgatar a diversidade de narrativas, valores e saberes das culturas indígenas, também chamados de povos originários, nativos ou ancestrais, desconstruindo mitos como da universalidade e da supremacia das epistemologias eurocêntricas, de modo a fomentar perspectivas ancestrais não-coloniais, divulgando e valorizando filosofias, métodos e histórias plurais sobre o mundo (Fleuri, 2017; Penha, 2024).

Pressupor e aprofundar sobre outras visões de mundo, culturas e modos de interação entre humanos e natureza é parte do processo de desenvolvimento da criticidade e da tolerância ao diferente (Villa; Poblete, 2007). No currículo educacional brasileiro, apesar de indicar a importância desse movimento, ainda não se tem um aprofundamento nas culturas indígenas, mesmo em componentes interdisciplinares como educação ambiental, prevalecendo uma visão eurocêntrica colonial em detrimento de uma perspectiva intercultural (Nazareno; Araújo, 2018; Gama; Salles, 2021; Weyh; Silva; Canabarro, 2023).

A abertura para um diálogo intercultural pressupõe a integração de cosmovisões e epistemologias distintas da matriz eurocêntrica colonial, sendo esse diálogo um requisito para ocorrer qualquer aprendizado com as culturas dos povos originários (Fleuri, 2017). Esse aprendizado pode ser seletivo¹ e cooperativo, mas imprescindível para que as sociedades alcancem uma sustentabilidade na “[...] convivência planetária, inclusive para as futuras gerações dos seres humanos e das diferentes espécies de seres vivos que necessitam cuidar da Mãe Terra, para que esta possa continuar a nutri-los (Fleuri, 2017, p. 284).

¹ Cabe esclarecer que nem toda relação entre humano e meio natural, proveniente dos povos originários, era harmoniosa e/ou sustentável: por isso, deve-se avaliar criticamente que hábitos podem ser adotados e adaptados para os problemas socioambientais contemporâneos (Foladori; Taks, 2004).

Neste contexto, aprender a valorizar a natureza significa atribuir valor intrínseco a ela e a seus elementos constituintes, bem como às suas características, considerando moralmente as entidades naturais (Vaz; Delfino, 2010; Jamieson, 2010). Contudo, a declaração e o reconhecimento do valor intrínseco devem ser combinados com a adoção de práticas condizentes com o discurso. A sabedoria dos povos originários, em relação ao cuidado com o meio natural, pode ser um caminho para a melhoria das ações humanas com o planeta, as sociedades humanas e o próprio indivíduo como um ser conectado com o todo.

Neste trabalho, são discutidas algumas contribuições das culturas tradicionais indígenas a respeito do que pode ser aprendido sobre a valorização da natureza e de como melhor conviver e harmonizar com o meio ambiente, considerando as condições atuais dos sistemas socioecológicos. Para isso, apresenta-se uma visão geral sobre as primeiras adaptações históricas do ser humano para sobreviver nas Américas, indicando a influência do meio natural na constituição dos grupos humanos. Em seguida, são refletidos os valores socioculturais tradicionais das culturas da região Andina e da Mesoamérica, reforçando a relevância de se adotar uma perspectiva decolonial de consideração aos conhecimentos e sabedoria das diversas culturas e povos da região. Além disso, resgatam-se alguns conceitos e condições de valorização de hábitos condizentes com virtudes humanas na relação com a natureza, sobretudo no contexto da educação ambiental. Por fim, alguns questionamentos são destacados, em termos de práticas de valorização da natureza, no contexto do ensino de ética e da educação para a diversidade, em direção ao alcance efetivo de sociedades sustentáveis.

Primeiros Habitantes das Américas: Adaptação e Movimento

Considerar a presença do ser humano moderno (*Homo sapiens sapiens*) no continente americano não se trata de uma tarefa simples e de teor homogêneo: há controvérsias sobre a definição exata dos

primeiros habitantes das Américas (Ono; Pawlik, 2020), com bioantropólogos e arqueólogos apontando para datas que variam de 11.200 anos atrás (período da Tradição Clóvis) até 25.000 anos atrás (evidências de ocupação humana em territórios do noroeste americano), ou ainda 33.000 anos atrás (vestígios de grupos humanos e ferramentas arcaicas na região do Chile, sudoeste do continente) (Ember et al., 2018). Independente de teorias sobre a chegada dos ancestrais do *Homo sapiens sapiens*, indagações sobre a espécie humana neste território ultrapassam o interesse limitado pela questão temporal – importa sobretudo questões sobre *como* a espécie conseguiu se manter, sobreviver e prosperar ante a dificuldades diversas, com ferramentas rudimentares em meio a condições climáticas intensas e topografias hostis.

Todavia, apoiar-se em uma recuperação histórica da presença humana no continente americano possibilita a reconstrução dos primeiros passos dessa espécie até os dias atuais, contribuindo para uma profunda reflexão sobre as relações entre humanidade e ambiente, bem como sobre escolhas e ações humanas, não só para a sobrevivência, mas também para a prosperidade do entorno, e ainda sobre a relação com outros seres vivos.

Dentre as teorias mais populares sobre os primeiros humanos no “Novo Mundo” (considerando a nomenclatura de “Velho Mundo” para os continentes africano, europeu e asiático, conforme tradição histórica e arqueológica ocidental), têm-se ao menos duas explicações sobre os movimentos migratórios dos ancestrais do *Homo sapiens sapiens* neste continente: a primeira, sobre indivíduos oriundos da região da Sibéria e chegando nas Américas por meio da região da Beríngia (Estreito de Bering) até o Alasca e a região canadense do Yukón – há evidências arqueológicas de ferramentas rudimentares de pedra e de ossos, bem como ossos de animais com marcas de intervenção humana (Snow; Gonlin; Siegel, 2020). Com o derretimento glacial, um corredor livre de gelo teria se formado na região oeste canadense, possibilitando a trajetória humana para as Américas Central e do Sul.

A segunda hipótese considera uma migração pela costa do oceano pacífico, com indivíduos vindo da Ásia com pequenas embarcações e vivendo nas regiões sul-americanas – o que explicaria evidências arqueológicas em Monte Verde, Chile, com artefatos e vestígios de comunidades humanas arcaicas de períodos anteriores à tradição Clóvis (Ember et al., 2018). Outras ferramentas da cultura pré-Clóvis foram encontradas na região central norte-americana, em Gault, no Texas, bem como na região leste dos Estados Unidos (Meadowcroft, Pensilvânia), gerando maiores debates sobre a questão temporal da presença humana no continente americano e suas origens.

Um ponto essencial para refletir sobre os movimentos migratórios dos humanos no passado trata-se da adaptação para sobrevivência. Indícios de ocupação humana primitiva evidenciam a prática de coleta (também classificados como “*foragers*” – coletores de plantas, frutos e caçadores de pequenos animais) e de subsistência em pequenos grupos (classificados como bandos ou pequenas tribos), com práticas nômades, pouca interação externa ao grupo e estrutura sociopolítica informal (Ember *et al.*, 2018). Para esses grupos, a distribuição de tarefas, responsabilidades e riquezas em sociedade era bastante igualitária, e praticamente não havia distinções de classes sociais (Schultz; Lavenda; Dods, 2018).

Próximo ao fim do período Pleistoceno (por volta de 12.000 anos atrás), há a extinção da megafauna no planeta e, conforme Snow, Gonlin e Siegel (2020, p. 49), pesquisadores refletem sobre a possibilidade da contribuição humana por meio da caça para tal extinção. Os estudiosos enfatizam que, apesar da falta de evidências concretas e precisas conectando humanos caçadores a esta ocorrência, simulações atuais computadorizadas, bem como pesquisas de DNA sugerem um relevante papel do ser humano nesta questão.

Com a expansão humana territorial, bem como com o desenvolvimento tecnológico (produção de ferramentas mais fortes, resistentes e precisas), a caça tornou-se mais elaborada, bem como a adoção da produção alimentar (Ember *et al.*, 2018). O

grande marco para o desenvolvimento de grupos humanos e sua interação com o meio ambiente refere-se à domesticação de plantas e animais: “[...] com a domesticação dessas fontes de alimento, pessoas adquiriram o controle sobre certos processos naturais, como a criação de animais e a semeadura de plantas” (Ember *et al.*, 2018, p. 295, *tradução nossa*).

Desse modo, houve maior especialização e diferenciação social (Schultz; Lavenda; Dods, 2018; Ember *et al.*, 2018), em que a densidade populacional nos grupos tornou-se moderada, com sociedade mais sedentária e comunidades que geralmente se mudavam após anos de ocupação do local, com troca e interação com outros grupos externos, e com certas lideranças políticas formais (Schultz; Lavenda; Dods, 2018). Para a produção alimentar, esses grupos utilizavam um método de revezamento com suas terras: havia o cultivo de uma região por um certo período curto de tempo, para depois abandoná-la por alguns anos, a fim de deixá-la regenerar, para apenas depois a ela retornar.

Ressalta-se que estes dois modelos de interação humana com o seu meio obtinham êxito no que se refere à produção alimentar, não havendo escassez de produção e nem necessidade de muitos movimentos de câmbio ou troca entre os grupos. A domesticação de plantas e animais (chamada “horticultura”) era mantida com simples técnicas de agricultura de pequeno porte, mas que garantia maior rendimento se comparado à prática de coleta (Ember *et al.*, 2018). Cabe refletir que a sobrevivência em grupos teve como requisito a existência e a obediência de relações de confiança e concordância a regras pré-estabelecidas (Rachels, 2003).

Com o desenvolvimento da população, houve maior complexidade estrutural na sociedade. A agricultura intensiva foi adotada, e houve maior grau de especialização nos cargos e papéis sociais, inclusive no quesito políticos e oficiais. Por causa da especialização, houve maior distinção de classes sociais, e a escassez na produção alimentar era comum – e, portanto, o câmbio e a troca de produtos e serviços tornou-se necessária em comunidades (que já eram organizadas em cidades). O

sedentarismo foi também um dos marcos de diferenciação dessas estruturas sociais (Schultz; Lavenda; Dods, 2018).

Com a complexidade social da coletividade, torna-se mais difícil o controle do comportamento individual, deixando oportunidade para o surgimento dos oportunistas, associados àqueles que adotam o egoísmo ético, isto é, aquele que só atribuiu valor intrínseco a si mesmo e busca benefícios somente a si próprio (Rachels, 2003; Nunes-Neto; Conrado, 2021).

Observa-se, desse modo, que as interações entre seres humanos, bem como entre indivíduos e meio ambiente foram gradativamente se desenvolvendo, e a densidade populacional em territórios esteve diretamente ligada à criação e ao uso de ferramentas, bem como à estratificação social. A visão de que um grupo com maior poder, fama e controle é mais valioso do que outros grupos (que possuem outras características e funções na comunidade) prejudica a igualdade de consideração moral, bem como a percepção das necessidades primárias dos considerados mais vulneráveis, como, por exemplo, crianças, idosos e animais não-humanos (Rachels, 2003; Nunes-Neto; Conrado, 2021). Essa segmentação entre humanos e entre humano e meio natural irá refletir em sociedades desiguais e desequilíbrios nessas interações, como pode ser observado na relação entre colonizados e colonizadores.

Portanto, o afastamento de uma natureza humana altruísta, solidária, benevolente e conectada pode ser interpretado como uma perda de sentido ético, pois, como afirma Marin (2007, p.23):

A ética que nasce da percepção do outro na natureza é muito mais que instrumento de normatização do indivíduo, que o força a introjetar as leis para inserir-se na dinâmica do processo social, como nos coloca Boff (2003). É a ética que se dá na reconquista da espiritualidade e em todas as formas como ela se abriga na nossa leitura do mundo, que se pauta numa abertura comunicativa ao outro. É também aquela que nos pede para renunciarmos às necessidades que sequer construímos e que construamos modos de viver nos quais o reconhecimento da essência única de tudo o que é vivo seja valorizado, em detrimento de um modelo que desumaniza o homem na mesma proporção em que desnaturaliza a natureza.

Nesse sentido, a humanização que une o indivíduo com a vida planetária pode ser observada na manifestação de virtudes (como respeito, cooperação, afetividade, sensibilização, compaixão), nas interações em que se busca não só o próprio bem estar, mas sobretudo o bem estar coletivo. Essa manifestação é um potencial da natureza humana, que, além de influenciar a escolha de pensamentos e ações, é consequência de sentir-se parte de um todo, conectado com o próximo e, portanto, atento e responsável para evitar o que pode prejudicar o outro ou afetar o todo, o que Silva & Queiroz (2019, p.33) abordaram na discussão sobre a sensibilidade moral. “É por meio dessa sensibilidade que o sujeito deve ser capaz de reconhecer os pontos de conflito, as possíveis ações, antecipar como cada uma delas poderia afetar o bem-estar das partes interessadas, e ainda, quem, incluindo a si mesmo, poderia ser afetado por essas ações.”

Outro elemento que foi desenvolvido conjuntamente a estas sociedades seriam os aspectos comunicativos, culturais e linguísticos, pertencentes e representantes de tradições específicas dos grupos sociais, muitas vezes interpretados como relacionados às ideias místicas sobre estes grupos, como exemplificado a seguir.

Culturas Andina e Mesoamericana: interações socioculturais no meio natural

Para explicitar os valores socioculturais tradicionais das culturas andinas e mesoamericanas, é fundamental adotar uma postura crítica e reflexiva diante dos registros históricos disponíveis. Assim, deve-se reconhecer que a narrativa dominante, muitas vezes moldada pela visão dos conquistadores europeus, pode apresentar lacunas e distorções, ocultando a essência dessas culturas ancestrais.

A imposição de termos e conceitos em línguas estrangeiras contribuiu para a deturpação dos sistemas de conhecimento e da conexão dos povos originários com a natureza. As interpretações dos colonizadores, influenciadas por suas próprias crenças e

valores, podem ter resultado em uma representação distorcida das práticas e crenças dos povos originários (Musset, 1996). Tal fenômeno interferiu na compreensão da complexidade das interações culturais e na preservação das culturas originárias.

Como ressalta Encalada Vázquez (2007, p. 39), "[...] a dificuldade de ter que atribuir um nome ao desconhecido" representou um desafio significativo para os colonizadores europeus. "Para isso, os habitantes americanos tiveram que fazer abstrações e comparações que teriam a ver com tamanho, a forma ou alguma outra característica que poderia passar como essencial e determinante" (Encalada-Vázquez, 2007, p. 39). O processo de atribuir nomes conhecidos ao desconhecido e de tentar entender uma cultura tão diferente da europeia gerou diversas consequências negativas. Como afirma Encalada-Vázquez (2007, p. 43) "[...] muitas interpretações errôneas ocorreram, bem como uma marcada discriminação contra as culturas andinas". A falta de instrução dos conquistadores, o etnocentrismo, o antropocentrismo seletivo e a busca por ganhos rápidos, muitas vezes mascarados por motivos religiosos, contribuíram para essa situação. Além disso, o maior desenvolvimento tecnológico e militar dos europeus favoreceu e intensificou a dominação espanhola e a exploração dos povos indígenas.

Dentro deste contexto, podemos considerar que, moldados pela cultura grega e latina e alimentados pelos preconceitos da Idade Média europeia, os espanhóis poderiam não dispor dos conhecimentos suficientes para compreender plenamente a complexa realidade americana. Essa falta de familiaridade, aliada à arrogância etnocêntrica, resultou em interpretações errôneas e na imposição de nomes e conceitos inadequados para capturar a riqueza e a nuance das cosmovisões dos povos originários (Encalada-Vázquez, 2007).

Portanto, a compreensão dos valores das culturas andinas e mesoamericanas decorre de buscar diferentes fontes de informação, incluindo relatos orais, arqueologia e etnografia; ouvir as vozes dos próprios povos originários; reconhecer a importância

da memória ancestral; e perceber as diversas perspectivas desses povos sobre o mundo.

Nessa busca por compreensão, Batalla (2019, p. 73), em discussão sobre a dominação colonial mexicana afirma que: "[...] a construção de estereótipos sobre o indígena apresenta outro importante fator de análise: a invisibilização da presença indígena no amplo espectro social e cultural do país". Essa dominação colonial teve efeitos profundos em todos os âmbitos dos povos originários, como a limitação da cultura, a imposição de elementos alheios, a extorsão de recursos e elementos culturais, a provocação de várias formas de resistência e os esforços contínuos para manter o controle sobre os colonizados (Haroche, 2009).

Particularmente, a cultura dos povos da região Andina (por exemplo, Chavín, Nasca, Tiwanaku e Inca) possui uma visão de mundo marcada por uma relação intrínseca entre ser humano e meio natural, presente principalmente nas práticas diárias, nas tradições culturais, na arte e nos rituais ancestrais. O simbolismo representado na arte andina, que atravessou gerações e foi difundido por séculos para diferentes povos da região, mostra uma profunda interação entre indivíduo e natureza, práticas sociais, rituais e modos de conhecimento e pensamento, com base em percepções cíclicas da existência terrena e dos movimentos da natureza, bem como salientando a necessidade do respeito e da reciprocidade em todas as interações (Stone, 2012).

A região dos Andes, com uma composição geográfica complexa, com montanhas, vulcões, situada abaixo de placas tectônicas, com "o deserto costeiro mais seco do mundo" (Stone, 2012, p. 9, *tradução nossa*), clima semi-árido e períodos de seca intercalados por períodos de frio intenso, bem como com tremores de terra e áreas de baixa e alta altitudes, trata-se de um local de grande extensão espacial, apresentando uma diversidade de desafios e instabilidade no que se refere à estabilização de comunidades, bem como manutenção e permanência das mesmas no local. Entretanto, povos andinos conseguiram se adaptar ao seu meio, e mantiveram práticas tradicionais e culturais por séculos,

indicando a sua visão de mundo em sua arte, em sua história e em suas práticas, que integravam humanos e animais, natureza, espiritualidades e meio ambiente, linguagem, comunicação, arte, vivências e cultura.

Stone (2012) exemplifica a percepção de mundo dos povos andinos com o conceito de “*huaca*”, que significa a ideia de dualidade da existência de todos os seres. *Huaca* tem tradução literal como “lugar ou objeto sagrado”, mas a ideia de sagrado se relaciona com a ideia de interação ativa entre todos os seres, com movimento e transferência energética constante, denotando “conexões entre este mundo e outros” (Stone, 2012, p. 17, *tradução nossa*). Dessa forma, nessa perspectiva, todos os elementos da natureza (como rochas, por exemplo) possuem importância, e deve ser considerado nas tomadas de decisão do indivíduo.

Outro importante conceito, que permeia o pensamento e as ações dos povos andinos, seria a ação do verbo “*camay*”, detalha Stone (2012). Este verbo está relacionado à criação, à manifestação material e espiritual, à conexão energética de tudo o que compõe a vida, à vitalidade, ao novo e à inspiração. Indivíduos com certos papéis sociais nos grupos andinos (como os xamãs) utilizariam a arte como inspiração para fazer conexões com a natureza, para executar a energia de “*camay*”, e acessar visões, sabedorias e poderes, explica Stone (2012, p. 17, *tradução nossa*): “[...] em geral tratavam a arte como uma entidade viva, mais como um veículo de fluidez cósmica dinâmica do que a representação superficial de aparências”.

Muitos dos conceitos que compõem o viés de mundo dos povos andinos estão ligados às práticas cotidianas dos indivíduos, e tais conceitos são representados na forma como eles produziam sua arte, sua cultura – e suas relações com o meio ambiente. Para os povos andinos, a ação humana precisaria estar em harmonia e em equilíbrio com a natureza, para que houvesse reciprocidade (“*ayni*”) e manutenção da ciclicidade da vida.

Pesquisas arqueológicas utilizando técnicas de excavações, radiocarbono e análise de pólen revelaram intensa utilização das

terras andinas, relata Krajick (1998). Na região peruana do Vale de Patacancha, próximo às encostas de montanhas, têm-se evidências de utilização de um sistema de renovação e preservação de terras para plantios, com sinais de cultivo de árvores – no intuito de evitar deslizamento de terras –, bem como reposição de terras deslizadas. Além disso, há evidências estruturais de produção agrícola por meio de terraços (“*terraces*”), utilizando-se de forma prática o declive natural das montanhas, com aproveitamento de chuvas e de nutrientes, prevenção de deslizamentos e revezamento de áreas para plantio (Krajick, 1998). O autor, citando a arqueóloga Ann Kendall, ressalta que, ainda que haja descrença entre pesquisadores sobre as intenções diretas dos povos andinos de praticar deliberadamente técnicas de agrofloresta, eles reconhecem que a forma de produção alimentar dos povos andinos contribuía efetivamente para colheitas abundantes e conservação de solos.

Um exemplo prático de aplicação de sistemas ancestrais andinos de plantio na contemporaneidade foi analisado por Nieto-Cabrera *et al.* (1997). Os autores relatam que seus testes de plantio em longos períodos nas altas montanhas do Equador mostram que há uma melhora significativa no solo e em sua fertilidade, com enriquecimento do mesmo pela disponibilidade de Nitrogênio e Fósforo, bem como um controle maior e eficiente das ervas daninhas, gerando um rendimento agrícola mais evidente. Plantações tradicionais andinas como batata, quinoa, tremoço e melloco (*Ullucus tuberosus*) foram cultivadas no projeto dos autores, resultando em produções superiores (em quantidade e qualidade) quando comparadas às plantações mantidas com pesticidas artificiais (Nieto-Cabrera *et al.*, 1997).

A arquitetura, a escultura, a cerâmica, a cestaria, a tapeçaria e até os rituais de produção alimentar ou mesmo mortuários eram produzidos com o foco nos conceitos tradicionais que sustentavam suas práticas e sua cultura. Da mesma forma, a interpretação das condições climáticas das diferentes regiões dos Andes, bem como o planejamento e o cuidado para com a agricultura, a caça e o cuidado com os animais e com a sociedade em geral, todos estes

processos eram decididos e executados em conformidade com a perspectiva cíclica, dinâmica e integrada do ser humano com o seu meio (Stone, 2012).

Portanto, a descolonização do conhecimento, da linguagem e da cultura é fundamental para se construir uma sociedade mais socioambientalmente justa e inclusiva, onde as vozes dos povos originários sejam consideradas relevantes, ouvidas e respeitadas. Para isso, é necessário reconhecer, além das contribuições das culturas andinas e mesoamericanas para a história da humanidade, os valores éticos da vida comunitária e da conexão com a natureza deixados pelos povos originários como um patrimônio mundial que foi ocultado pelas narrativas coloniais dominantes.

Povos Indígenas na América do Sul: o resgate de valores da natureza e o papel da educação ambiental

Na América do Sul, foram projetados estudos de *Abya Yala*, região das Américas (sobretudo América Latina) povoadas por diferentes culturas e grupos ancestrais, com denominação específica para construir um sentimento de pertencimento à terra conhecida como Américas (Fleuri, 2017; Porto-Gonçalves, 2012). Por exemplo, Penha (2024, p.135) destaca grupos que habitaram principalmente Brasil, Bolívia, Guiana Francesa: “Existem aqui Tremembé, Munduruku, Krenak, Baniwa, Xakriabá, Makuxi, Guajajara, Omágua/Kambeba, Payayá, Tupinambá, Xucuru-Kariri, Aymara, Laguna Pueblo, Nação Estreito de Torres, Nação Sac e Fox, Mohawk e Anishnaabe.”

Alcantara e Sampaio (2017) descrevem o conceito de "*teko porã*" (bem viver), originado na América do Sul, que considera as conexões e interdependência entre sujeito, sociedade, planeta, tendo como consequência um modo de vida mais sustentável, menos consumista, participativo, não-antropocêntrico e não-utilitarista. Uma cosmovisão, como essa do "bem viver", que incorpora na formação do sujeito a sabedoria ancestral dos povos indígenas em relação ao respeito à vida, à natureza e ao coletivo

deve ser reconhecida e apreciada, sobretudo por estar associada a valores e práticas de virtudes éticas nas relações com o próximo.

Nos anos 2000, no contexto da crítica ao atual paradigma de desenvolvimento, um discurso e um conceito alternativos começaram a tomar forma a partir da perspectiva do mundo indígena, resumidos nas noções de *sumak kawsay* (em *quíchua*), *suma qamaña* (em *aimará*), *ñandereco* (vida harmoniosa, em *guarani*) e *qhapaq ñan* (caminho ou vida nobre, em *quíchua*), que incluem princípios de vida como *ayni* e *minka* (que se referem à reciprocidade, à solidariedade, ao respeito, à complementaridade, à dignidade, à participação coletiva, à justiça social, à harmonia com a Mãe Natureza e com a comunidade, e ao bem-estar coletivo e familiar) e que pode ser traduzido como bem viver ou viver bem. (Popolo, 2017, p.113, tradução nossa).

Nesse sentido, a visão holística dos povos indígenas, que considera a natureza como um ser vivo e não como um recurso a ser explorado, oferece uma perspectiva vital para a construção de políticas públicas que promovam a sustentabilidade e a justiça social, em detrimento de perspectivas antropocêntricas que resultam em práticas degradadoras da natureza (Muriel, 2017; Rosa, 2017; Lander, 2005).

A integração de valores culturais e ambientais, a partir do reconhecimento de práticas culturais de valorização da natureza, sugere uma mudança paradigmática que pode ser fortalecida por vertentes da Educação Ambiental (EA) que se alinham com os princípios indígenas de coexistência e respeito pela natureza, promovendo uma cidadania consciente e práticas que honram a simbiose com o meio ambiente (Sauvé, 1997).

Um exemplo prático de integração cultural e prática integrativa ambiental pode ser observado nos estudos de Iverson e Iverson (2021). Os autores ressaltam a diversidade de usos de plantas por diferentes grupos indígenas da região Amazônica Peruana, e observam que diferentes comunidades indígenas apresentam estratégias distintas de cultivo e uso de plantas, este último diretamente relacionado a diferentes setores da comunidade, “[...] incluindo alimentação, temperos, remédios, combustíveis, arte e artesanato, construção, caça e pesca, bem como

usos espirituais e culturais” (Iverson; Iverson, 2021, p. 517, tradução nossa). Entretanto, tais estratégias são muitas vezes executadas com base em conhecimento cultural tradicional ancestral, em uma dinâmica aplicada e complexa, que pode ser de difícil acesso, mas que representam um papel essencial para as comunidades, bem como para a interação de indivíduos com o meio ambiente.

Os autores mencionados concluem sobre as possibilidades de aprendizado quanto ao manejo da terra e ao uso das plantas pelos indivíduos, e alertam para a valorização e a proteção dos conhecimentos dos povos indígenas da região amazônica, uma vez que haveria uma ameaça real a tais conhecimentos práticos e culturais nas ações de depredação do meio ambiente, na globalização e interferência cultural e nos efeitos das mudanças climáticas. Nas palavras dos estudiosos:

[...] de fato, seria essencial trabalhar em conjunto com essas comunidades [indígenas] para alcançar os objetivos de conservação e proteção da biodiversidade e dos meios de subsistência humana de formas sustentáveis. [...] esta consideração é especialmente vital em frente à perda em potencial por meio de assimilação cultural, globalização e degradação do ecossistema exacerbado pelas mudanças climáticas e pelo desmatamento (Iverson; Iverson, 2021, p. 530, *tradução nossa*).

Repensar em outras possibilidades de se interagir com o meio natural, de modo mais justo e altruísta, é também transformar um ponto de vista hegemônico de dominação, permitindo não só uma certa qualidade de vida, mas também uma relação de respeito com o próximo, entendido, com base em diversos valores dos povos nativos, como parte do próprio sujeito (Alcantara; Sampaio, 2017).

Particularmente, em relação ao Brasil, o Censo Demográfico 2022, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com o apoio da Fundação Nacional dos Povos Indígenas (Funai), mostra dados relevantes sobre a população indígena no Brasil. O estudo indica um aumento significativo de 88,82% no número de indígenas entre 2010 e 2022, passando de 896.917 para

1.693.535 indivíduos. Esse crescimento populacional indígena contrasta com o aumento de apenas 6,5% da população total do país no mesmo período.

A Constituição Federal de 1988² representou um marco histórico na garantia de direitos para os povos indígenas no Brasil. Através do Capítulo VIII, "Dos Indígenas", a Carta Magna assegurou aos povos originários o reconhecimento de suas terras tradicionais, a proteção de seus modos de vida e a valorização de seus conhecimentos ancestrais. O artigo 231 da Constituição Federal estabelece que os indígenas possuem o direito originário sobre as terras que ocupam tradicionalmente, resguardando-lhes o usufruto perpétuo. Essa garantia fundamental permite aos povos indígenas a preservação de seus costumes, tradições e modos de vida, além de garantir a autonomia territorial e a autodeterminação cultural.

Diferentemente da perspectiva ocidental tradicional, que muitas vezes coloca o ser humano em um patamar separado da natureza, as culturas indígenas oferecem uma visão integrativa. Conforme Arruda e Diegues (2001), há uma fusão entre o ambiente natural, o plano sobrenatural e a estrutura social. Para os povos indígenas, a natureza não se limita a um mero cenário, mas sim a um ser vivo com quem se estabelece uma relação de profunda interdependência. Essa visão sagrada da natureza se manifesta em rituais e cerimônias, como a cerimônia do batismo do milho (*avatikyry*) entre os Kaiowá, indicando uma profunda conexão entre o ciclo agrícola e os aspectos espirituais da vida indígena (Brand; Colman; Siqueira, 2005; Silva, 2018). Tal ritual não apenas marca uma etapa importante no calendário agrícola, mas também reforça a inseparabilidade de aspectos econômicos, sociais e espirituais na existência indígena.

Assim, pode-se observar que, para os povos indígenas, a natureza não é um objeto a ser dominado, mas um ser vivo com quem se interage e se estabelece uma comunicação constante. Essa visão cosmológica integradora se baseia na profunda

² https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm

interdependência entre o mundo natural, dos vegetais e dos animais, e o mundo dos humanos.

O profundo conhecimento das culturas indígenas, como aponta Bremen (1987), representa um desafio fundamental para a dinâmica da sociedade moderna. Ao reconhecer e valorizar essa sabedoria ancestral, obtêm-se caminhos para novas formas de compreender o mundo, na qual a interdependência entre o ser humano e a natureza é respeitada e soluções mais harmônicas para os desafios socioambientais podem ser buscadas. Nesse contexto, os saberes ancestrais dos povos indígenas se configuram como ferramentas valiosas para a construção de um futuro mais sustentável e equitativo.

Uma distinção essencial entre a percepção indígena e a ocidental da natureza trata-se da interação com os espíritos das plantas e da mata, uma experiência compartilhada pelos povos Kaiowá e Guarani. Através de rituais como o "*jehovasa*" (se benzer), estabelecem contato com o "dono da mata" antes de adentrá-la, mostrando respeito e conexão com o mundo natural. Essa cosmovisão dos indígenas, segundo Brand; Colman; Siqueira (2005), é essencial para evitar doenças e garantir o bem-estar. Este é um exemplo de se atribuir maior atenção ao processo do que simplesmente ao resultado, e que inspira um repensar sobre os modelos de desenvolvimento das sociedades contemporâneas. Além disso, esta relação simbiótica com a terra contrasta com a perspectiva mais utilitária frequentemente encontrada nas culturas ocidentais.

Nesse contexto, a integração dos saberes tradicionais dos povos indígenas no planejamento governamental pode ser um indício de reconhecimento da importância da diversidade cultural e do conhecimento tradicional acumulado por gerações. A EA pode ser uma oportunidade de estabelecer pontes entre o passado e o presente, incentivando a aplicação da sabedoria ancestral nas práticas contemporâneas de gestão ambiental.

Portanto, a valorização dos saberes tradicionais na implementação da EA é fundamental para a criação de uma

sociedade que respeita e protege a biodiversidade. Os saberes tradicionais dos povos indígenas, de cuidados com o meio natural, podem inspirar e orientar práticas de EA desenvolvidas em sala de aula. Essas iniciativas são vitais para a manutenção de ecossistemas-chave, como o Cerrado e o Pantanal, que não apenas fortalecem o bem viver dos povos originários, mas também desempenham um papel crucial na saúde ecológica do planeta (Souza *et al.*, 2019; Souza, 2021; Mamede *et al.*, 2021).

Conforme Dupas (2008), a natureza, degradada por ações humanas, se converteu em um problema ético, exigindo uma mudança radical em nossa relação com ela. Para isso, será necessário transformar hábitos que refletem um egoísmo ético ou um antropocentrismo seletivo nas sociedades atuais (Rachels, 2003; Nunes-Neto; Conrado, 2021). A EA, em diálogo com os saberes tradicionais indígenas, oferece um caminho promissor para a reconexão entre sociedade e natureza. Através da promoção de uma cidadania crítica e humanizada que valoriza a diversidade cultural e a consideração moral de toda vida planetária, pode-se construir um futuro mais socioambientalmente sustentável e justo para todos.

Considerações finais

Neste capítulo, foram elaboradas algumas discussões e reflexões para a percepção sobre inspirações relevantes que a sabedoria ancestral dos povos ameríndios pode trazer na construção de relações mais harmônicas com o meio natural.

A criticidade ao olhar sobre esse assunto permite desconstruir narrativas coloniais hegemônicas que desperdiçam oportunidades de aprender caminhos para o enfrentamento dos problemas socioambientais contemporâneos. Igualmente, virtudes como responsabilidade, solidariedade, honestidade, compromisso, disciplina e altruísmo são características importantes para se valorizar uma vida de integração entre ser humano e meio natural.

A cosmovisão indígena, que transcende a dicotomia sujeito-objeto, pode ser considerada um convite a reavaliar a relação do ser humano na Terra, reconhecendo a interdependência entre todos os seres. A valorização da sabedoria ancestral contribui para a construção de modelos de sociedades sustentáveis e socioambientalmente justas. Nesse contexto, a incorporação dessa temática nos currículos escolares é condizente com a valorização da diversidade cultural e com o desenvolvimento de uma consciência crítica e ambientalmente responsável nos alunos.

Para concretizar essa mudança, é imprescindível investir na formação docente, proporcionando aos educadores subsídios teóricos e metodológicos para um ensino interdisciplinar sobre os povos originários. Ademais, a criação de espaços e momentos para o diálogo entre diferentes saberes, como a ciência ocidental e a cosmovisão indígena, configura-se como um caminho promissor para a construção de conhecimentos e interações mais holísticos e abrangentes com relação à natureza. Deste modo, iniciativas como estas contribuem para a formação de cidadãos mais conscientes e engajados na construção de sociedades cada vez mais justas, virtuosas e socioambientalmente sustentáveis.

Referências

ALCANTARA, L. C. S.; SAMPAIO, C. A. C. Bem Viver: uma perspectiva (des)colonial das comunidades indígenas. **Rev. Rup., San Pedro de Montes de Oca** , v. 7, n. 2, p. 1-31, Dez. 2017. Disponível em <http://dx.doi.org/10.22458/rr.v7i2.1831>. Acesso em 20 Abr. 2024.

ARRUDA, R. S. V.; DIEGUES, A. C. (orgs.). **Saberes tradicionais e biodiversidade no Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente: USP, 2001.

BATALLA, G. B. **México profundo: uma civilização negada**. Traduzido por Rebecca Lemos Igreja. Brasília: EdUnB, 2019.

BRAND, A. J.; COLMAN, R. S.; SIQUEIRA, E. M. Território e Sustentabilidade entre os Kaiowá e Guarani no Mato Grosso do Sul. In SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA, 23. **Atas [...]**, Londrina, PR: ANPUH, 2005, p.1-8.

BREMEN, V. V. **Fuentes de caza y recolección modernas**. Proyectos de ayuda al desarrollo destinados a los indígenas del Gran Chaco. Stuttgart: Alemania: Servicios de Desarrollo de las Iglesias, 1987.

DUPAS, G. **Meio ambiente e crescimento econômico: tensões estruturais**. São Paulo: Editora UNESP, 2008.

EMBER, C. R. *et al.* **Physical Anthropology and Archaeology**: Forth Canadian Edition. Ontario: Pearson Canada, 2018.

ENCALADA-VÁSQUEZ, O. **Naturaleza, lengua y cultura**. Quito: Corporación Editorial Nacional, 2007.

FOLADORI, G.; TAKS, J. Um olhar antropológico sobre a questão ambiental. **Mana**, v. 10, n. 2, p. 323–348, 2004.

FLEURI, R. M. Aprender com os povos indígenas. **Revista de Educação Pública**, v. 26, n.62/1, p. 277–294, 2017. <https://doi.org/10.29286/rep.v26i62/1.4995>

GAMA, B. A.; SALLES, M. A. F. Pedagogia Indígena Decolonial e Interculturalidade. *In*: DORNELLAS, L. C. G.; BASTOS, T. A.; PEDROSA, D. R. (Orgs.). **Educação na Contemporaneidade: tensões e desafios**, Guarujá, SP: Científica Digital, 2021, p. 29-39.

HAROCHE, C. Reflexões sobre a subjetividade na colonização. **Revista Conexão Letras**, v. 4, n. 4, 2009.

IVERSON, A. L.; IVERSON, L. R. Contrasting Indigenous Urarina and Mestizo Farms in the Peruvian Amazon: Plant Diversity and Farming Practices. **Journal of Ethnobiology**. Society of Ethnobiology, v. 41, n. 4, 2021, pp. 517 - 534. Disponível em: <https://doi.org/10.2993/0278-0771-41.4.517>. Acesso em: 30 mar. 2024.

JAMIESON, D. **Ética e meio ambiente**: uma introdução. São Paulo: SENAC, 2010.

KRAJICK, K. Green Farming by Incas? **Science**. Washington, v. 281, n. 5375, July 1998, p. 323. Disponível em: <https://www.proquest.com/docview/213572121?sourcetype=Scholarly%20Journals>. Acesso: 28 mai. 2024.

LANDER, E. Ciências sociais: saberes coloniais e eurocêntricos. *In*: LANDER, E. (org.). **A colonialidade do saber**: eurocentrismo e ciências sociais. Perspectivas latino-americanas. Buenos Aires: CLACSO, 2005, p. 8-23.

LEFF, E. **Ecologia política**: da desconstrução do capital à territorialização da vida. Editora da Unicamp, 2021.

MAMEDE, S. B. *et al.* Educação Ambiental e os desafios para implementação de políticas públicas em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 16, n. 1, p. 493-507, 2021.

MARIN, A. A. A natureza e o outro: ética da compaixão e educação ambiental. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v.2, n.2, p. 11-27, 2007.

MURIEL, B. Os povos indígenas na América do Sul: entre a IIRSA e o Buen Vivir. **Cadernos do CEAS: Revista crítica de humanidades**, n. 241, p. 327-341, 2017.

MUSSET, A. Mudarse o desaparecer. Traslado de ciudades hispanoamericanas y desastres (siglos XVI–XVIII). **Historia y Desastres en América Latina**. [S.I.], v.1, p. 23-45, 1996.

NAZARENO, E.; ARAÚJO, O. C. G. História e diversidade cultural indígena na Base Nacional Comum Curricular (2015-2017). **Revista Temporis[ação]**, v.18, n.1, ano 21, p.35-60, 2018.

NIETO-CABRERA, C. *et al.* Response of Four Andean Crops to Rotation and Fertilization. **Mountain Research and Development**, v. 17, n. 3, pp. 273-282.

NUNES-NETO, N.; CONRADO, D. M. Ensinando Ética. **Educação em Revista**, v. 37, n. 1, e24578, p. 1-28, 2021. <https://doi.org/10.1590/0102-469824578>

ONO, R.; PAWLIK, A. (eds.). **Pleistocene Archaeology: Migration, Technology and Adaptation**. London: IntechOpen, 2020. Disponível em: directory.doabooks.org/handle/20.500.12854/67805. Acesso: 20 abr. 2024.

PENHA, I. L. M. O conhecimento indígena é uma matéria decolonial? **Revista Brasileira de Estudos do Lazer**, [S. l.], v. 10, n. 03, p. 133–146, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbel/article/view/48534>. Acesso em: 24 abr. 2024.

POPOLO, F. (ed.). **Los pueblos indígenas en América (Abya Yala): desafíos para la igualdad en la diversidad**. Santiago: CEPAL, 2017.

PORTO-GONÇALVES, C. W. A ecologia política na américa latina: reapropriação social da natureza e reinvenção dos território. **R. Inter. Interdisc. INTERthesis**, Florianópolis, v.9, n.1, p.16-50, 2012.

RACHELS, J. **The Elements of Moral Philosophy**. 4. ed. New York: McGraw-Hill Companies, 2003.

ROSA, A. E. M. P. A resignificação do sujeito latino americano a partir da perspectiva pós-colonial aplicada às Relações Internacionais. **RELACult-Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, v. 3, n. 3, 2017.

ROSA, L. C. D. Bem viver e terra sem males: a cosmologia dos povos indígenas como uma epistemologia educativa de decolonialidade. **Educação**. Porto Alegre, v. 42, n. 2, p. 298-307, 2019. <https://doi.org/10.15448/1981-2582.2019.2.27652>.

SCHULTZ, E. A.; LAVENDA, R. H.; DODS, R. R. **Cultural Anthropology: Forth Canadian Edition**. Don Mills, Ontario: Oxford University Press, 2018.

SILVA, G. B.; QUEIROZ, S. L. Sensibilidade moral de licenciandos em Química: questões sociocientíficas em foco. **Educação & Fronteiras**, v. 9, n. 25, p 27-46, 2019.

SILVA, L. L. Avati kyry: o ritual Kaiowa do batismo do milho na reserva indígena de Dourados. **Revista Nanduty**, v. 6, n. 9, p. 29-41, 2018.

SNOW, D. R.; GONLIN, N.; SIEGEL, P. E. **The Archaeology of Native North America**. 2.ed. New York / London: Routledge / Taylor & Francis, 2020.

SOUZA, E. P. *et al.* Fronteira Etnocultural entre Kadiwéu e Terena: A Representação Social da Educação Ambiental dos Povos Indígenas da Região do Pantanal Sul. **RELACult-Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, v. 5, 2019.

SOUZA, E. P. S. **Educação Ambiental como elemento da Fronteira Etnocultural**: Empoderamento e Saberes dos Povos Indígenas Terena do Pantanal Sul. 2021. 207 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS.

SAUVÉ, L. Educação ambiental e desenvolvimento sustentável: uma análise complexa. **Revista de educação pública**, v. 6, n. 10, p. 72-102, 1997.

STONE, R. R. **Art of the Andes**: from Chavín to Inca. 3. ed. London: Thames & Hudson, 2012.

VAZ, S. A. G.; DELFINO, A. **Manual de ética ambiental**. Lisboa: Universidade Aberta, 2010.

VILLA, A.; POBLETE, M. **Aprendizaje basado en competencias**: una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas. Bilbao: Universidad de Deusto, 2007.

WEYH, L. F.; SILVA, S. P.; CANABARRO, I. S. História e cultura indígena na BNCC do ensino fundamental: análise das concepções e propostas para o ensino. **Revista Espaço do Currículo**, v. 16, n. 3, p. 1-12, 2023. DOI <https://doi.org/10.15687/rec.v16i3.65994>

Capítulo 9

Corpos outros podem ocupar as educações em ciências? Notas a partir do pensamento decolonial

Fabiana Aparecida de Carvalho
Suzani Cassiani

Introdução

[...] sabedorias de fresta, encarnadas e enunciadas pelos corpos transgressores e resilientes, sempre estiveram a favor daqueles que as souberam reivindicar... [...] Somos corpos que se erguem dos destroços, dos cacos despedaçados e inventam outras possibilidades no movimento (Luiz Rufino, 2019, s.p)¹.

Em alguns de nossos trabalhos, temos pensando corpos que se reinventam e montam outras ontologias, buscando encarnes e desobediências que contradizem as normas forjadas nos regimes colonialistas e pela perpetuação de sistemas-mundos excludentes. Adensam nossas ações de mulheres latinas e educadoras em Ciências, problematizações sobre o reposicionamento dos saberes científicos, tecnológicos e sociais a partir de epistemes e cosmopercepções² do Sul Global, como, também, a *práxis* de uma

¹ Nome e sobrenome de autoras/es são mencionados em cada primeira cita, evidenciando o gênero de quem produziu o conhecimento / conceito destacado.

² O termo “cosmopercepção” abrange, segundo Oyèrónké Oyěwùmí (2002), maneiras inclusivas de descrever a concepção de mundo por diferentes grupos culturais. Essas concepções não são pautadas pelo primado visual e descritivo do Ocidente, ou seja, não são cosmovisões unívocas, justamente porque abrangem

educação democrática que visa superar o racismo estrutural e as visões dualistas de sexo / gênero, considerando, especificamente, os impactos dessas e outras opressões em corpos subalternizados socialmente ou em dissidência.

Corpo é uma temática central nas Educações em Ciências, particularmente nas Ciências da Natureza, área conformada pelas compreensões da Biologia, da Química e da Física. Espera-se, sobretudo, que essas disciplinas leiam, estudem, representem e / ou expliquem as condições e as interações dos diferentes corpos em conceituações, descrições, representações e modelos presentes nos currículos e nas proposições educacionais. Assim, os discursos das Educações em Ciências foram e são cruciais para os entendimentos das dimensões fisiológicas da corporeidade e do desenvolvimento humano, da evolução da vida, para o letramento científico e tecnológico e suas intersecções com as dinâmicas escolares, com as dinâmicas políticas voltadas à saúde pública e individual e para a educação ambiental.

Por outro lado, esses discursos, tanto nas escolaridades e práticas acadêmicas como nas pedagogias culturais, contribuem para o sustento de uma herança forjada na conformação científica Ocidental (Séculos XVI a XIX) que perdura, ainda hoje, em nossos imaginários e materiais escolares: a produção de verdades anatômicas e estéticas ditadas pelo corpo universal cartesiano e por outras compreensões eurocentradas de Ciência.

Katemari Rosa, Alan Alves-Brito e Bárbara Pinheiro (2020) corroboram com essa crítica às Educações em Ciências atuais, apontando que estamos fortemente embasadas/os pelos princípios dessa Ciência, pensada na Europa, como um sistema de valores inscritos a partir do ideário de racionalidade e neutralidade, porém impulsionada com a expropriação de saberes de outros povos durante suas revoluções – vale destacar. Essa postura é pautada numa lógica branca e negacionista dos conhecimentos produzidos

experiências sociais não baseadas na racionalização e na cisão sensorial do corpo com o mundo vivido.

por outros corpos, particularmente os saberes de África e de corpos negros na configuração de modelos e explicações que se tornaram referências científicas.

Já Raíza Padilha, Kerexu Yxapyry e Suzani Cassiani (2020), ao territorializarem uma “guarinição” da Educação em Ciências a partir de cosmopercepções indígenas, alertam-nos para os perigos de naturalizar a hierarquização de grupos e etnias, as centralizações do poder, o individualismo, as estruturas de dominação, as apropriações indevidas dos recursos naturais e a separação das pessoas de suas relações territoriais / ambientais em certas ações educacionais da área.

De toda sorte, o discurso da Modernidade, inclusive científica, criou a ilusão de que o conhecimento é des-incorporado (de quem o produziu) e des-localizado (do território onde fora produzido), pregando a peça colonialista de que todas as regiões e explicações do planeta devam se submeter às “geopolíticas do conhecimento” criadas pelos colonizadores e enraizadas nas cosmovisões do Norte Global (Walter Mignolo, 2020). A armadilha dessa visão é imputar a pecha mítico-mágica aos geoconhecimentos não europeus (Aníbal Quijano, 2005), opondo-os ao referencial privilegiado da racionalidade científica.

Estabeleceu-se, portanto, uma relação de diferença – a partir dos corpos – na qual os conhecimentos de outras matrizes são sempre inferiorizados e tratados como crenças, coisa menor, ou, no caso dos usos didáticos do conhecimento, como apêndices explicativos. Com efeito, as histórias do desenvolvimento científico e tecnológico de cada grupo humano e seus territórios são assimiladas como produções, como valores ocidentalizados e/ou são apagadas epistemicamente.

Geopolíticas, geoestéticas e mesmo *geobiologias* diferenciadas podem ser pensadas para a superação dessa uniformidade e para desconstruir as hierarquias consolidadas entre diferentes sistemas de conhecimento. Não se trata de abandonar as conceituações apresentadas pelas Ciências ou de negar a evolução do conhecimento anatômico e fisiológico ao longo dos séculos, mas de

buscar os corpos das frestas, das ruas, das encruzilhadas, das multiplicidades, ou seja, os corpos que sobrevivem às governanças arbitrárias, que possuem posicionalidade não hegemônica e atravessam a história re-existindo com suas forças dissidentes.

Se as existências e os corpos são diversos e também moldados pelas contingências sociais e territoriais – ao mesmo tempo, diversas e únicas –, por que insistimos com a singularização anatômica nas Educações em Ciências? Como ir além dessas normatizações? Corpos outros podem ocupar essas Educações? Em relação aos corpos em dissidência, a decolonialidade pode contribuir para ampliar o debate e para engajar as Educações em Ciências na superação das opressões vivenciadas por esses corpos?

As perguntas acima abrem, neste capítulo, algumas reflexões sobre corpo e Educação Científica como frentes epistêmicas contrárias à colonialidade de poder – ser – saber (Quijano, 2002). As ideias apresentadas não funcionam, de antemão, como uma receita universal direcionada às salas de aula, mas, sim, como brechas, conexões, caminhos para “pensarmos o pensamento” e fraturarmos as ensinanças normativas. Nesse sentido, a teorização decolonial é acionada como uma caixa de ferramentas para questionarmos processos de subjetivação / produção de subjetividades corporais nas Educações em Ciências, considerando, conforme sugere Mignolo (2008), as identidades dissidentes escondidas pelas conformações científicas legitimadas como universais.

Vale ressaltar nossa compreensão de colonialidade como uma tecnologia de poder que perdura – da colonização realizada pelos Estados-Nações aos dias atuais, sobretudo com a imposição de mecanismos de subordinação e exploração alinhados ao capitalismo e à globalização das relações políticas, econômicas e sociais. Essa manifestação do poder é tentacular e entrelaçada a outros domínios de colonialidade econômica, de autoridade, de expropriação do trabalho e dos ambientes, de gênero e sexualidade, das epistemes, das cosmopercepções e das subjetividades (Quijano, 2002, 2005; Luciana Ballestrin, 2013; Mignolo, 2017); institui

modalidades de opressão e dominação a partir da subalternização dos territórios-lugares e também da manipulação dos territórios-corpos (Eduardo Miranda, 2020) ao nível individual e ao nível populacional (Michel Foucault, 2008) para transformar as pessoas em repetidoras dos valores coloniais.

Ao longo da escrita, valemo-nos de algumas imagens apropriadas como potência reflexiva. Esta tática é inspirada no a(r)tivismo teórico da boliviana Silvia Rivera Cusicanqui (2021) e sua “sociologia das imagens”. Não se trata de uma abordagem metodológica, no sentido estrito da palavra metodologia, mas de uma mirada periférica atenta às movimentações dos grupos subalternizados e aos traços micropolíticos de reconhecimento corporal e subjetivo. Segundo a autora, a palavra pode obliterar e mascarar o poder, mas as representações, especialmente as irônicas e geolocalizadas, são capazes de perturbar e desmontar as formas culturais do colonialismo contemporâneo ao construir narrativas disruptivas e discursos contra-hegemônicos.

Assim, problematizamos as referências corporais tradicionais, trazendo à tona representações dissidentes capturadas de pessoas cujo lugar social é periférico. Considerando que os conhecimentos são in-corporados e geo-localizados, escrita e imagens associam-se à ideia de corpo-território político: posicionalidade, não neutralidade ou universalidade, corpo vivo e atravessado pelas questões sociais, por ancestralidades, por coletividades, por lutas e denúncias de opressões (Braulina Baniwa; Josiléia Kaigang; Giovana Mandulão, 2023; Miranda, 2020).

Nossa intenção é mobilizar percepções, quiçá educações contrárias às invisibilizações corporais, e reposicionar nossos sentidos aos marcadores sociais da diferença negados pela Ciência, particularmente quando ela é acionada em práticas de ensino tradicionais, padronizadas, etc. Acreditamos que essa marca possa conduzir a outras expressões e manifestos pedagógicos, especialmente por suas potencialidades de desestabilizar as certezas e os modos já consolidados de conformar os corpos.

Buscamos, a seguir, essa possibilidade pluriversal de pensar as narrativas sobre corpo nas Educações em Ciências.

Não ao corpo-padrão – por uma (des)atomização anticolonialista nas Educações em Ciências

E se, às margens do grande-nós- universal (humano, branco, cisgênero e heteronormativo) a partir do qual se formula e se engendra certo projeto de sujeito e identidade, outros modos de criar coletividade e de estar juntas se precipitassem na quebra e através dela? O que significa [...] insinuar uma espécie de nós cujo efeito não seja o aniquilamento do caráter assimilável de cada corpo e de suas feridas? (Jota Mombaça, 2021, s.p).

Os entendimentos sobre as materialidades corporais são centrais e justificados tanto pelo ponto de vista da condição orgânica quanto pelas questões socioculturais e históricas que nos atravessam. A vida dos corpos pede “pesagem” (Judith Butler, 2019) e importância, ao passo que ordenamentos políticos, semânticos, processos de subjetivação, sentidos e interpretações polissêmicas são disputados – a partir do corpo – nas mais diferentes arenas culturais e escolares. Nenhum corpo (humano) é apenas fisiologia, mas a memória dos processos de governo (colonização da vida, dos territórios, das relações e dos afetos) que propiciaram o estabelecimento de corporeidades discursivamente significativas ou não.

As materialidades dissidentes ou corpos em dissidência, conforme pensamos neste trabalho, são aquelas/es que escapam ou abalam os sistemas classificatórios e não cabem nas ordens signicas e discursivas inventadas na Modernidade e pelas sociedades do controle (Meeg Rayara Oliveira, 2021; Letícia Nascimento, 2021; Butler, 2019; Foucault, 2008). São LGBTQIAPN+, mulheres, negras/os, idosas/os, obesas/os, deficientes, latinas/os, asiáticas/os, ou, conforme destaca Quijano (2000), são as chamadas identidades

societais inventadas nas e negadas pelas colonialidades. São os corpos atravessados por violações, mas, sobretudo, os corpos afeitos a modos inventivos de resistência e luta perante o sistema-mundo globalizado.

Junto às nossas especificidades corporais biológicas, sociais e culturais estão associadas marcações como: a) raça – uma categoria política e etnosemântica construída a partir da “leitura” das diferenças físicas pelas tecnologias de dominação e opressão (Kabengele Munanga, 2004); b) gênero – como modos de construção de identidades femininas, masculinas, fluídas, híbridas, neutras, binárias, transgêneras ou não binárias; e, c) sexualidade – como desdobramentos relacionais do desejo e da afetividade (Fabiana Carvalho, 2018). Raça, gênero e sexualidade intersectam com as posições de classe, etnia, pertencimento territorial e cultural de cada pessoa, moldando experiências corporais diversas e possibilidades pluriexistenciais, dissidentes ou não, que adquirem sentido tanto pela biologia do corpo como por meio de sua socialização.

Embora inerentes aos corpos, essas categorias ficam às margens do “grande-nós-universal” (Mombaça, 2021, s/p) e as dissidências, marcadas por sistemas opressivos que se baseiam em leituras enviesadas da diferença, não são contempladas pelas Educações em Ciências quando o assunto é corporeidade.

Essas Educações ocidentalizadas ainda objetificam o corpo (e a vida), encontrando limitações para compreender as dissidências não como anomalias, mas como especificidades sociais atravessadas por discursos históricos, políticos e subjetivos. Podemos dizer, amparadas em Quijano (2005), que as Educações em Ciências não compreendem o corpo como o nível primeiro das relações de poder, da colonialidade e das transformações sociais, capturando-o junto ao pensamento dominante do Norte Global e ao pensamento colonizado.

Esse processo oblitera as geolocalidades dos saberes dos corpos constituídos no Sul Global e dos corpos em dissidência, impactando, negativamente, na criação de outros modelos de

representatividade e de pertencimento corporal e cultural conforme se conformam os aprendizados das Ciências da Natureza.

Logo, nos territórios da área, embora certos discursos sejam produzidos com o intuito de constituir explicações sobre o corpo, ou com finalidades didáticas específicas, eles expressam relações anatômicas de poder (o anátomo-poder)³ onde as marcações raça – gênero – sexualidade são tensionadas e deflagram disputas por verdades e existências que terão importância curricular ou não. Junto a esses discursos cruzam-se dispositivos pedagógicos e expropriações dos corpos que obstaculizam a emergência das alteridades e das dissidências, tornando-as não indicadas, invisíveis, anuladas ou acionadas para se marcar, em oposição, os traços fenotípicos designados da normalidade.

O corpo das Educações em Ciências, conforme estabelecido, é o corpo-padrão ideologicamente disseminado.

Deslocadas abaixo, vemos sobreposições de posições anatômicas, corpos, sistemas e órgãos encontrados nos livros didáticos aos padrões de pedra do descobrimento e das demarcações territoriais portuguesas (Figura 1). Emblemas de império, de conquista, de território, masculinidade e religião mesclam-se aos contornos brancos de corpos difusos, tornando-se uma crítica para problematizar essas e em outras representações de anatomia e fisiologia convencionadas.

³ Consideramos o anátomo-poder como dispositivos discursivos encarregados de extrair ou de ler o corpo por sua força produtiva. Se para Foucault (2008) este é um poder biopolítico, isto é, um poder de controle sobre a vida, para Achille Mbembe (2018), ele se liga à expressão máxima da hegemonia: a necropolítica, que ditará quem pode viver e quem deve morrer na sociedade. Embora não critique especificamente o anátomo-poder, mas o colonialismo, Franz Fanon (2008) traça uma correlação do controle social – ser e não ser – com sistemas racistas de hierarquização que operam, ainda hoje, a inferiorização das pessoas com base em marcadores biológicos e sociais da diferença.

Figura : Eu, Diogo Cão, navegador, deixei esse corpo-padrão



Fonte: Fabiana Carvalho (2023) – arquivo da autora.

A bricolagem realizada é propositadamente irônica e pastiche, agregando representações antitéticas e divergentes que não se integram e não produzem efeitos sincréticos (Cusicanqui, 2021) ou didáticos cristalizados, mas, sim, um estranhamento contra-hegemônico que desloca o corpo-padrão das Ciências.

Por um lado, as representações esquemáticas são importantes para a síntese dos conceitos abstratos nas Ciências da Natureza. Por outro, porém, podem ressoar como projetos da Modernidade que persistem nas escolas, moldando os corpos e subjetividades que serão negociáveis e aceitos pelas normas, como, também, aqueles que serão excluídos das discussões pedagógicas.

Sob esse ângulo, o discurso do corpo-padrão reproduz e

possui uma dimensão unificadora e universalizadora dos corpos humanos. É um tipo de imagem que, apesar de humana, é não personificada. É geralmente recortada, fragmentada, desprovida de elementos que gerem individualidade e têm como intuito e, provalmente como pressuposto, representar todos os corpos em um corpo único (Jéssica Neto; Sandra Selles; Carine Valiente, 2020, p. 834).

Assim, a escolha de textos explicativos, bem como de imagens, cores, formatos corporais, tipos de pele, traços faciais, de cabelo e da disposição dos órgãos, em suma, da linguagem anatômica prescrita, [...] “não é inócua, pois mostra naturalizações que vêm

permanecendo ao longo da história educacional em geral” (Neto; Selles; Valiente, 2020, p. 834), e vêm conferindo sentidos, significados, posições sociais de sujeita/o sobre esse corpo apresentado às/aos professoras/es e estudantes.

O corpo estático e cartesiano, esquadrinhado em cabeça-tronco-membros-sistemas e separado de seu mundo vivido, segundo Carvalho (2018), contribuiu para a padronização das sexualidades, os binarismos de gêneros, as regras de ordenamento, para a prática do sexo educado, as campanhas de saúde e suas representações das condutas e comportamentos das pessoas, as prescrições médicas, a educação física, atividades, cores, vestuários, nichos específicos para meninas e meninos, nichos secundários ou inexistentes para outras expressões de gênero, os corpos sem etnia, sem variações anatômicas, sem diversidades funcionais, sem massa grassa, sem idade, etc.

Dessa feita, o corpo é constituído por sentidos que o tornam útil⁴. Pulmões “servem” à produção da oxigenação dos tecidos; sistemas nervosos ao controle biofísico do corpo, ossos e músculos à locomoção e execução de trabalhos, sistemas genitais à reprodução. O que nos foi ensinado sobre os corpos dificulta, portanto, a compreensão de que o corpo e a vida não estejam alinhados estritamente à (re)produção, ao trabalho e à economia, particularmente como se essas fossem as razões primordiais de nossas existências (Ailton Krenak, 2020), de nossas organizações sociais, de nossa subjetividade ou de nossos processos pedagógicos de ensinar e aprender.

Essas demarcações, enfim, circulam nos territórios do Ensino de Ciências reiterando o corpo reprodutivo, a branquitude e a

⁴ Nas discussões sobre as bases biológicas da evolução, encontramos diversas críticas acerca do caráter utilitarista dos corpos. Não é nosso objetivo tecer uma digressão a esse respeito. Frisamos, uma vez mais, que o ideário do corpo produtivo é ideológico, serve a determinadas dinâmicas econômicas do capital e aporta-se nas representações / explicações didáticas presentes nas escolas de uma maneira enviesada e finalista.

cisheterossexualidade como modos verdadeiros e de ser e estar no mundo.

Embora não pareça tão evidente, esses são modos de relegar, conforme apontou Fanon (2008), outros corpos – negras/os, indígenas, pessoas com deficiência (PcD), travestis, intersexos – ao domínio racializado do não-ser, da não existência. O corpo nas Educações em Ciências está numa “zona de conforto” e adequado às perspectivas de perfeição, de civilidade e fortemente marcado pela diferença racial e sexual (Yonier Orozco-Marín, 2022; Douglas Verrangia, 2022; Alice Pagan, 2018; Elenita Silva, 2010; Sílvia Trivelato, 2005).

Quando discutimos a colonialidade e sua junção com raça e racismo na ordenação das desigualdades em nossas sociedades (Anne McClintock, 2010; Fanon, 2008; Quijano, 2005), constatamos que as dissidências são o alvo dileto da coisificação da vida e dos corpos.

As Ciências da Natureza, ao estabelecer parâmetros físicos e funcionais a partir da leitura da experiência branca, tornou-se corresponsável pela discriminação dos grupos étnicos subalternizados pelo racismo, destituindo da corporeidade os *ethos* culturais afro-ameríndios, as narrativas de alteridade, as vivências não brancas ou não masculinas, os corpos femininos e ou híbridos, as pessoas LGBTQIAPN+, a relação de pertencimento territorial e cultural, as cosmopercepções étnicas vinculadas ao território e às lutas de sobrevivência.

Como pensar essas questões para além da fetichização das diferenças, dos corpos não geolocalizados, do conhecimento desincorporado da história, dos modelos estipulados pela branquitude, dos estigmas sociais geradores de marginalização, inclusive, da marginalização de estudantes que estão a aprender um saber universalizado, subsumido aos processos que as/os racializam, inibem seus corpos, desrespeitam suas identidades de gênero e retiram-lhes o pertencimento à ancestralidade de seus grupos?

Juntas com Rosana Paulino (2016), Oyèrónké Oyèwùmí (2021) e María Lugones (2008) podemos tecer algumas considerações

acerca da posicionalidade dos corpos como frentes de desconstrução das categorias de opressão.

Na obra *¿História Natural?*, a artista negra Rosana Paulino (2016) potencializa discussões que perfazem uma proposta de desnaturalização ou dessencialização do corpo, ao menos, no sentido de uma biologia que o captura do mundo e o isola da história (Figura 2).

Figura 2: Colagem com imagens da obra *¿História Natural?*



Fonte: Rosana Paulino (2016)

Nesse e em muitos trabalhos, a artista traça conexões com as memórias coloniais e coletivas do país, especialmente ao deslocar a crítica acerca das teorias científicas, raciais e eugênicas do Século XIX como responsáveis por certas visões sobre corpo e território que contribuíram com o recrudescimento do racismo no Brasil.

Nas imagens de Rosana, ossos e órgãos – referências à craniometria e à frenologia, rostos sem fisionomias – referências à não ontologia dos seres, estruturas fenotípicas de indígenas e africanas/os – referências ao genocídio colonial, são mesclados a navios tumbeiros (tráfico de corpos africanos), a objetos de forja e tortura, aos nomes das nações étnicas dizimadas pelos colonizadores e aos *slogans* sobre a verdade científica – usados, à época, como justificativa de opressões, maus tratos e violações

direcionados às dissidências da branquitude (Rosa Barbosa; Marilda Queluz, 2016).

Mesmo operando uma cisão de determinados elementos corporais, Rosana Paulino não despreza a materialidade dos corpos e seus funcionamentos sistêmicos, ou, tampouco, coloca em circulação uma visão atomizada e cartesiana da corporeidade biológica ou societal. Não tendo a centralidade na anatomia, ela fala do corpo, inclusive anatômico, ao manipular as imagens, as referências visuais históricas e científicas e ao produzir outros sentidos e diálogos conectáveis às Ciências da Natureza. Logo, é pelo e no corpo que ela marca a desigualdade social e os modos diferenciados de vida no Brasil.

Sem romper, fetichizar ou se esquecer dos estigmas direcionados científica e historicamente às/os negras/os e indígenas, o que ela propõe, em nossa interpretação, é uma reparação histórica que, ao se valer de sobreposições das partes orgânicas a outros elementos e materiais, recobra a responsabilidade branca na configuração de disparidades raciais e étnicas, na expropriação do trabalho, dos saberes, das culturas e dos corpos, como, também, recobra nossa participação na superação dessas desigualdades.

O estranhamento, provocado com a leitura das obras, é um processo de ressignificação no qual os discursos e imagens subvertem a lógica anatômica, pensam o racismo e aportam as discussões do corpo-político, do corpo geo-bio-referenciado, do corpo não desvinculado das dinâmicas sociais, históricas e dos processos subjetivos que o integram.

Embora a obra de Paulino (2016) possa guiar nossos sentidos para a leitura das opressões direcionadas aos corpos originários, africanos e afro-brasileiros, entendemos com María Lugones (2014) e Oyèwùmí (2021), que mulheres e pessoas transgêneras, na concepção colonial moderna, também foram forjadas pelos mesmos processos coloristas e racializado, mas, também por subaltenações de gênero que lhes condicionaram em locais correspondentes à outridade dos homens brancos, à inferiorização

de seus atributos biológicos e sociais e ao lugar do fetiche e da curiosidade.

Para que isso ocorresse, as compreensões corporais necessitaram estar organizadas cisgenericamente, serem heterossexuais ou patriarcais. De acordo com Lugones (2014), características historicamente específicas validaram a implantação dessas propostas: o dimorfismo biológico, a separação natureza e cultura, a separação corpo e alma, a dicotomia entre homem e mulher, a heterossexualidade compulsória, a subalternização dos entendimentos na lógica da incorporação dos saberes e valores universais dos colonizadores.

Se nos permitirmos conhecer a história das sociedades indígenas originárias da América e as matrizes africanas, perceberemos que essas não eram marcadas por divisões dicotômicas e pela dominação de corpos e pessoas pelo sistema sexo / gênero. As organizações socioculturais e as bases econômicas de trocas, antes dos processos imperialistas de colonização, poderiam se dar por contextos de ancestralidade, de idade, por papéis subjetivos, vínculos com os ciclos da natureza, necessidades tribais, matriarcados, sistemas de trocas e reconhecimentos dos corpos e afetividades que hoje denominamos LGBTQIAPN+ como um “entre”⁵ (mosaico de atributos e signos corporais), uma terceira ou quarta via de constituição do corpo e vivência pessoal.

Pensado as organizações das nações iorubás da Nigéria, África, Oyěwùní (2021) aponta que a experiência colonial de mundo, a construção social e o determinismo biológico operaram e operam acionando o controle de corpos como fundamento da ordem social ocidental. No livro “A invenção das Mulheres”, a autora discorre sobre o visível e o enunciável dos corpos humanos em relação ao sexo, à cor da pele e aos caracteres que legitimam certos sentidos de mundo e que excluem a outridade e a alteridade de outros corpos não considerados civilizados.

⁵ Travestis, Hijras, Moxes, Fa'afafines, Two-Spirits e mesmo pessoas intersexos são exemplos desse “entre” / mosaico dissidente das normativas de sexo / gênero.

Essa ideia de civilidade permaneceu no centro de discursos e categorias sociais que negaram o estatuto de “pessoa / gente / humanidade” a mulheres, africanas/os, semitas, povos originários, pobres, LGBTQIAPN+ e todas/os aquelas/es qualificados como diferentes em diversas épocas históricas. E quando o assunto subjaz a diferença – na relação entre ver e descrever a outridade, ou, na imposição da cosmovisão ocidental –, biologies eurocêntricas ou deterministas são fortalecidas e se disseminam como explicações para explicar as subalternizações e as expropriações culturais.

Oyěwùmí (2021) apresenta, em contraponto cosmovisão dualista do Ocidente, uma chave de compreensão na qual o corpo biológico não é utilizado como base de organização social. Nessa leitura, os estatutos físicos de masculinidade, de feminilidade, de nuclearidade ou conjugabilidade corporal e familiar não possuem correspondência universal e não presumem que homens e genitais são definidores ou melhores que outras expressões, identidades corporais e afetivas.

Assim como nas nações africanas, as identificações de papéis generificados eram diversos nos grupos étnicos da América originária. Mulheres dirigiam homens, estabeleciam relações matrifocais, posicionavam-se como líderes espirituais; homens desempenhavam funções diferenciadas e paternidades coletivas; a homossexualidade, a lesbianidade e a travestilidade, entendidas como afetividades e demarcações sociais, eram possíveis em mais de oitenta povos latinos e poderiam ser manifestadas em condições determinadas nas relações com outros grupos culturais (Lugones, 2014).

Elaborar as explicações sobre o corpo a partir de perspectivas originárias significa compreender o impacto da colonialidade e pensar enunciações que não partam da binariedade e do biológico-anatômico, porque a compreensão corporal está inserida numa teia de relações e cosmo percepções humanas e não humanas. O corpo é integrado aos elementos (luz, ar, água), aos animais e plantas, ao território (floresta, terra, comunidade), à parentalidade (não circunscrita ao consanguíneo, mas às associações amistosas,

afetivas e aos enlaces espirituais). De acordo com Catherine Walsh (2018), essas forças dinâmicas, abertas são significantes de desempenhos, de formas de ver o mundo tanto masculinas como femininas ou andróginas intercambiáveis entre si, constituindo-se não somente potências etnohistóricas variáveis para os corpos, mas relações não hierárquicas, não binárias e uma metáfora do pensamento e do cosmos.

Mesmo a discussão sobre saúde corporal não pode estar separada dessa anatomia fundida ao espaço-lugar-cosmologia e aos conhecimentos da natureza, território, do espiritual ou corporal-coletivo; o conhecimento de outras matrizes não está focado, como em nossas aulas de Biologia, apenas numa perspectiva objetiva e descritiva das partes separadas do mundo vivido e dos outros seres ou entes.

Podemos dizer que o desafio é uma prática de desatomização dos corpos que também os considere como fluídos e contextuais, e não como essencialistas ou acionados por atributos sexuais exclusivos à genitalidade. Nesse contexto, a decolonização ajuda-nos a pensar junto a posturas, perspectivas e experiências que desessencializam, desbiologizam e pluralizam a existência (Walsh, 2018).

Em um primeiro momento, essa proposta pode parecer controversa ou equivocada para as/os habitadas/os com os códigos das Ciências da Natureza ou com as conceituações biológicas, físicas e químicas, mas há nela revisionismo do sentido histórico e teleológico do corpo; há nela um deslocamento do predomínio norte globalista, especialmente porque ao desatomizar o corpo, isto é, ao potencializá-lo em outras cosmopercepções e relações (modelos, explicações, representações, medicinas, discursos das minorias subalternizadas), os significados que construiremos sobre a corporeidade poderão intersectar-se com a discussão e a problematização das opressões sociais, dos supremacismos, das ideologias dominantes, da visão dualista do próprio corpo, das histórias únicas, monoculturais, etc.

As colagens de Paulino, situadas no campo experimental da arte contemporânea, e as discussões de Lugones e Oyěwùmí,

aportadas em estudos antropológicos, sociais e feministas, são inspiradoras para discutirmos o corpo numa perspectiva decolonial e para construirmos, a partir de relações que não invisibilizam as culturas, algumas ressignificações nas Educações em Ciências.

Essas ressignificações podem considerar o corpo como entidade “sentipensante” engajada no vivido, no reconhecimento, na integração dos sentidos com um território no qual o biológico e o social se retroalimentam para enunciar marcações sociais, história e emoções que merecem ser ouvidas e pensadas; e como prática constante de liberdade relacionada à diversidade, à justiça social e à plurilização epistêmica.

Para encerrar...

Diferente da noção de englobar a diversidade dos corpos e da diferença para que elas caibam numa compreensão cultural predominante, os entendimentos decoloniais visam à construção da mirada referente, de pedagogias e Educações em Ciências geolocalizadas, empenhadas na desestabilização das estruturas e das histórias universais fundadas no Ocidente, como, também, compromissada com as práticas, ações e conceituações reconhecedoras do peso ontológico dos corpos em dissidências.

Esse compromisso é importante, pois a colonialidade permanece operando junto aos processos vinculados ao capital global e à captura da vida em seu sentido utilitário. Discursos vazios sobre alteridade e diferença, o reforço de pensamentos individualistas e meritocráticos, os apagamentos e o genocídio das identidades corporais diversas não se aplicam somente aos processos macroestruturais econômicos mundiais. Eles seguem, sistemicamente, estabelecendo disparidades e desigualdades nos processos de educação e ensino, enquanto (des)encarnam e capturam corpos e mentes e subjugam aqueles/as que portam, em si, a diferença como marcação social e afirmação de suas vidas.

O empenho ético não se resume apenas à rejeição do legado de dominação colonial, na problematização do racionalismo ou do racismo científico, na superação do esquadramento anatômico padrão e do dualismo com os quais o corpo é lido, mas em reafirmar a dignidade e a autonomia de cada corpo como potência de experiências únicas, principalmente enquanto exercitamos práticas educacionais justas e igualitárias.

Referências

BALLESTRIN, Luciana. América Latina e o giro decolonial. **Revista Brasileira de Ciência Política**, Brasília, n. 11, p. 89-117, 2013.

BANIWA, Brulina; KAINANG, Joziléia; MANDULÃO, Giovana. **Mulheres: corpos-territórios indígenas em resistência!** Porto Alegre: Fund. Luterana: Conselho de Missão entre Povos Indígenas, 2023.

BARBOSA, Rosa Amélia; QUELUZ, Marilda Lopes Pinheiro. A humanidade tecida no livro de artista de Rosana Paulino. In: Seminario internacional de investigación en arte y cultura visual (SIIACV), 3., 2016, Goiás. **Anais [...]**. Goiás: UFG/ FAV, 2016. p. 01-15.

BUTLER, Judith. **Corpos que importam**. São Paulo: n-1 Edições, 2019.

CUSICANQUI, Silvia Rivera. **Ch'ixinakak Vtxiwa: uma reflexão sobre práticas e discursos decolonizadores**. São Paulo: n-1 Edições, 2021.

CARVALHO, Fabiana Aparecida de. **Os discursos biológicos na educação para os gêneros - as sexualidades - e as diferenças**. 227 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática). Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2018.

FOUCAULT, Michel. **Nascimento da biopolítica**. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

FANON, Franz. **Pele negra, máscaras brancas**. Salvador: EdUFBA, 2008.

KRENAK, Ailton. **A vida não é útil**. São Paulo: Companhia das Letras, 2020.

LUGONES, María. Colonialidad y Género. **Tabula Rasa**, Bogotá, n. 9, p. 73-101, jul. /dez., 2008.

LUGONES, María. Rumo a um feminismo descolonial. **Revista de Estudos Feministas**, v. 3, n. 22, p. 935-952, 2014.

MBEMBE, Achille. **Necropolítica**. São Paulo: n-1 Edições, 2018.

MCCLINTOCK, Anne. **Couro imperial**: raça, gênero e sexualidade no embate colonial. Campinas: Editora da Unicamp, 2010.

MIGNOLO, Walter. Desobediência epistêmica: a opção descolonial e o significado de identidade em política. **Cadernos de Letras da UFF**, Dossiê: Literatura, língua e identidade, n. 34, p. 287-324, 2008.

MIGNOLO, Walter. Colonialidade: O lado mais escuro da modernidade. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 32, n. 94, p. 01-18, 2017.

MIGNOLO, Walter. A Geopolítica do Conhecimento e a Diferença Colonial. **Revista Lusófona de Educação**, n. 48, p. 187-224, 2020.

MIRANDA, Eduardo Oliveira. **Corpo-território & educação decolonial**: proposições afro-brasileiras na invenção da docência. Salvador: EDUFBA, 2020.

MOMBAÇA, Jota. **Não vão nos matar agora**. Rio de Janeiro: Cobogó, 2021.

MUNANGA, Kabengele. **Uma abordagem conceitual das noções de raça, racismo, identidade e etnia**. Niterói: EDUFF, 2004.

NASCIMENTO, Letícia. **Transfeminismo**. São Paulo: Editora Jandaira, 2021.

NETO, Jéssica Lopes; SELLES, Sandra Escovedo; VALIENTE, Carine Valiente. Ensino de biologia e racismo: representações de corpos negros em coleções didáticas de ciências da natureza e suas tecnologias. **REnBio**, v. 15, n. esp. 2, p. 831-852, 2022.

OLIVEIRA, Megg Rayara Gomes de. **Nem ao centro, nem à margem!** Corpos que escapam às normas de raça e de gênero. Salvador: Editora Devires, 2020.

OROZCO-MARÍN, Yonier Alexander. **Antirracismo e dissidência sexual e de gênero na educação em biologia:** caminhos para uma didática decolonial e interseccional. 388 f. 2022. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Florianópolis, 2022.

OROZCO-MARÍN, Yonier Alexander. Repensando o corpo no ensino de ciências e biologia a partir de diálogos entre discursos decoloniais africanos e das travestis na América Latina. **Rev. Educ., Cult. Soc.**, Sinop, v. 10, n. 1, p. 259-275, jan./jun, 2020.

OYEWÙMÍ, Oyèrónkẹ́. Visualizing the Body: Western Theories and African Subjects In: COETZEE, Peter H.; ROUX, Abraham P.J. (eds). **The African Philosophy Reader**. New York: Routledge, 2002. p. 391-415.

OYEWÙMÍ, Oyèrónkẹ́. **A invenção das mulheres:** construindo um sentido africano para os discursos ocidentais de gênero. Rio de Janeiro: Bazar do Tempo, 2021.

PADILHA, Raíza; YXAPYRY, Kerexu; CASSIANI, Suzani. Guaranização da educação em ciências: caminhos para o bem viver no envolvimento com a comunidade do Morro dos Cavalos. **REVISEA**, v. 7, n. esp., p. 01-14, 2020.

PAGAN, Alice Alexandre. O ser humano do Ensino de Biologia: uma abordagem fundamentada no autoconhecimento. **Revista Entre Ideias**, Salvador, v. 7, n. esp., p.73-86, 2018.

PAULINO, Rosana. **¿História Natural?**. 2016. Disponível em: <<https://rosanapaulino.com.br/>>. Acesso em: 03 ago. 23.

QUIJANO, Aníbal. Colonialidad del poder, eurocentrismo y América Latina. In: LANDER, Edgardo (Org.). **La colonialidad del saber:** eurocentrismo y ciencias sociales. Perspectivas Latinoamericanas. Buenos Aires: CLACSO/UNESCO, 2000.

QUIJANO, Aníbal. Colonialidade, poder, globalização e democracia. **Revista Novos Rumos**, v. 17, n. 37, p. 01-25, 2002.

QUIJANO, Aníbal, Colonialidade do poder e classificação social. In: SANTOS, Boaventura de Souza; MENEZES, Maria Paula (Orgs.). **Epistemologias do Sul**. Coimbra: Edições Almedina S.A, 2005. p. 72-118.

ROSA, Katemari; BRITO, Alan Alves; PINHEIRO, Barbara Carine Soares. Pós-verdade para quem? Fatos produzidos por uma ciência racista. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1440-1468, dez. 2020.

RUFINO, LUIZ. **Pedagogia das encruzilhadas**. Rio de Janeiro: Mórula Editorial, 2019.

SILVA, Elenita Pinheiro de Queiroz. **A invenção do corpo e seus abalos: diálogos com o ensino de biologia**. 201 f. Tese (Doutorado em Educação). Programa de Pós-graduação em Educação. Universidade Federal de Uberlândia, 2010.

TRIVELATO, Sílvia Luzia Frateschi. Que corpo/ser humano habita nossas escolas? In: MARANDINO, Marta et al. (Orgs.). **Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa**. Niterói: EDUFF, 2005. p. 121-129.

VERRANGIA, Douglas. A educação das relações étnico-raciais: uma proposta teórico-metodológica para a desconstrução de estereótipos na educação em Ciências e Biologia. **REnBio**, v. 15, n. esp. 2, p. 492-512, 2022.

WALSH, Catherine. Sobre el género y su modo-muy-otro. **Cadernos de Estudos Culturais**, v. 2, p. 25-42, 2018.

Capítulo 10

Inteligência artificial e os impactos na arte: instrumento de dominação, plágio ou uma nova forma de expressão?

Marilene Vieira Tonini¹

Introdução

A ideia deste ensaio teve origem em uma disciplina organizada pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, com a valiosa contribuição do Professor Ralph Levinson, viabilizada através de uma parceria de financiamento do programa CAPES PRiNT. Nessa circunstância, nossa discussão centrou-se nas controvérsias sociocientíficas, explorando diversos artigos e exemplos pertinentes a esse contexto.

Reconhecemos que o avanço tecnológico em nossa sociedade está ocorrendo de maneira exponencial. Estamos imersos em uma novas mudanças, na qual a tecnologia está reconfigurando a estrutura econômica da sociedade. Ao considerarmos as diversas oportunidades de emprego e as mudanças nos padrões de consumo impulsionadas pela publicidade e pelas redes sociais, fica evidente que estamos atravessando um período de transformações significativas, que se manifestam em múltiplos aspectos de nossa comunidade. Nesse sentido, voltaremos nosso olhar para os avanços da Inteligência Artificial (IA), que tem se intensificado

¹ Doutoranda pelo Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). E-mail: marilene.vieira@prograd.ufsc.br

muito nos últimos anos, com um olhar mais atento para as influências na arte.

A IA é uma área que se dedica à construção de algoritmos que executam tarefas que antes exigiam ações humanas. Dessa forma, a máquina é capaz de desenvolver sistemas que podem aprender, adaptar-se e tomar decisões com base em dados. Esses sistemas têm demonstrado um grande potencial para melhorar a eficiência, a precisão e a automação em uma ampla gama de setores, desde a indústria até os cuidados de saúde e a pesquisa científica. A Kaufman (2016) já abordava a complexidade de descrever o "estado-da-arte" da IA, dada a sua abrangência. Tais inovações englobam desde veículos autônomos e reconhecimento de voz até a geração de conteúdos literários e visuais. Nesse panorama, espera-se que seu impacto na sociedade cresça ainda mais, impulsionando a inovação e transformando a maneira como interagimos com a tecnologia e com o mundo ao nosso redor.

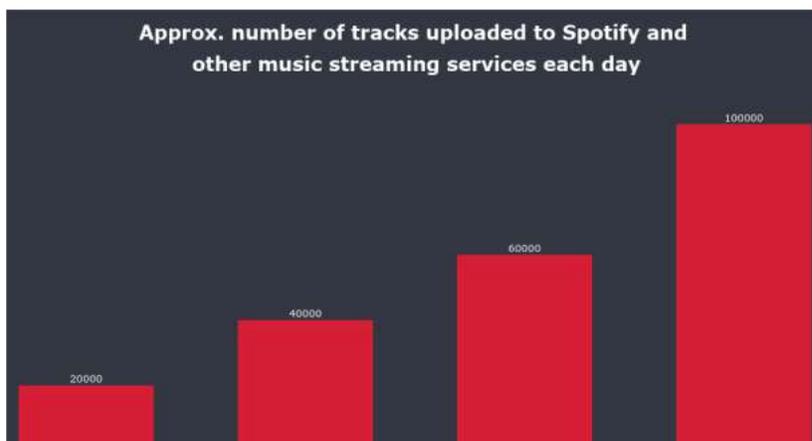
Neste ensaio, buscamos explorar as transições em curso no cenário da ciência e tecnologia, com foco particular nas suas interseções com as áreas artísticas. Nesse sentido, exploraremos algumas questões controversas que atravessam esse contexto, como a questão do plágio e a democratização do conhecimento artístico. Além disso, pretendemos discutir criticamente como estamos respondendo a essas novas exigências e possibilidades. Dessa maneira, direcionamos nossa atenção para a seguinte questão: qual é o panorama das discussões controversas acerca da Inteligência Artificial e suas influências no campo artístico? Assim, nosso objetivo é abordar não apenas exemplos dos aspectos técnicos e estéticos das obras geradas pela IA, mas também levantaremos algumas reflexões sobre as implicações culturais, éticas e sociais desse fenômeno emergente.

IA um instrumento de dominação?

Atualmente, o acesso a uma vasta gama de informações está ao alcance de um simples clique, e a produção de conteúdo está em

pleno vapor em todos os setores da sociedade. Isso se reflete também no campo da arte. Especificamente na música, com a facilidade proporcionada pelas plataformas de streaming e a eliminação da necessidade de intermediários como as produtoras musicais, o mercado enfrenta uma notável saturação. Em 2019, Daniel Ek, co-fundador e presidente do Spotify, confirmou que a plataforma recebia 40 mil faixas diariamente somente no primeiro trimestre daquele ano (INGHAM, 2021). Em 2021, esse número saltou para 60 mil faixas por dia e, no ano seguinte, em 2022, Sir Lucian Grainge, diretor executivo da Universal Music Group, relatou que as plataformas de streaming estavam recebendo pelo menos 100 mil faixas diariamente. Esses dados sobre o crescimento exponencial foram organizados no gráfico a seguir:

Figura 1: Número aproximado de faixas enviadas ao Spotify e outras plataformas de streaming diariamente ao longo dos anos



Fonte: Universal Music Group e Warner Music Group (Disponível em: INGHAM, 2022)

Esses dados são de suma importância para debatermos sobre os impactos da IA nesse campo, uma vez que se torna humanamente impossível selecionar e organizar toda essa quantidade de informação nas plataformas. Nesse sentido temos

dois cenários, de um lado a IA auxiliar que mais faixas sejam inseridas nas plataformas, gerando mais opções para os usuários e mais facilidade para os artistas divulgarem seu trabalho. Por outro lado, os mesmos recursos de IA mapeiam comportamentos e padrões do usuário e influenciam nos gostos e tendências em uma perspectiva global (BEAMONT, 2022). Dessa forma, o mesmo recurso pode ser utilizado como uma importante ferramenta de auxílio e como um mecanismo para a dominação.

As plataformas de streaming têm impulsionado mudanças significativas no formato dos reprodutores de mídia, ampliando consideravelmente a quantidade de conteúdo acessível e simplificando o processo de acesso. Agora, os consumidores não precisam mais adquirir CDs ou alugar filmes para desfrutar do conteúdo desejado. No entanto, essa praticidade vem acompanhada do aumento exponencial no volume de conteúdo consumido diariamente, com as próprias plataformas incentivando um consumo incessante ao sugerir constantemente novos materiais. Nesse contexto, entra em cena a Inteligência Artificial (IA), cujos algoritmos são capazes de identificar padrões de comportamento dos usuários, especialmente no caso das playlists de música, e utilizar essas informações para sugerir novas recomendações. Beaumont (2022) destaca a tendência dos usuários de abdicarem do controle sobre suas escolhas, ficando subordinados às sugestões da plataforma. Como evidenciado por Beaumont (2022, p.49): "Quando os algoritmos influenciam o processo de tomada de decisão e criam playlists personalizadas para uma comunidade global de ouvintes, a plataforma de streaming passa de provedora a determinadora do gosto musical." Em suma, a IA desempenha um papel dominante nesse cenário.

No entanto, é importante ressaltar que a Inteligência Artificial (IA) é apenas um instrumento, e sua aplicação continua a ser guiada pela intervenção humana. Assim, estamos diante de uma transformação na maneira de nos expressarmos, que avança em conjunto com o desenvolvimento da IA. É importante reconhecer que, embora a IA possa fornecer sugestões e automatizar certos

processos criativos, a essência e a finalidade por trás de cada expressão artística permanecem intrinsecamente humanas. Essa interação entre a criatividade humana e a tecnologia emergente abre novas possibilidades e desafios, influenciando profundamente o cenário artístico contemporâneo.

Uma nova forma de expressão

Ao longo dos anos, temos sido expostos a várias distopias em filmes e livros, que exploram narrativas sobre o domínio das máquinas sobre a humanidade e o rápido avanço da tecnologia, às vezes isso gera certo receio em relação a essas mudanças. No entanto, pretende-se apresentar neste ensaio os riscos e as potencialidades associadas a esses progressos.

A Inteligência Artificial (IA) trouxe consigo uma facilidade de comunicação com o usuário, permitindo que este possa interagir com as plataformas de diversas maneiras e em diferentes padrões de linguagem, com respostas instantâneas. Ao contrário do Google, que costumava fornecer respostas por meio de links, as plataformas de IA, como ChatGPT, agora oferecem respostas diretas aos usuários.

Dessa forma, as plataformas de IA são capazes de gerar imagens, músicas, e-mails, textos, livros e vídeos por meio de instruções escritas. Essas produções são geradas em alguns instantes, e fornecem imagens de acordo com as solicitações dos usuários. Com a finalidade de exemplificação, utilizando a plataforma *Copilot*, da *Microsoft*, foi gerada uma imagem a partir do título desse ensaio, através da seguinte mensagem: “Crie uma imagem sobre Inteligência artificial e os impactos na arte: instrumento de dominação, plágio ou uma nova forma de expressão?” Como resultados obteve-se um conjunto de quatro imagens:

Figura 2: conjunto de quatro imagens geradas a partir da IA sobre a temática deste ensaio.



Fonte: Geradas em Copilot (2024)

Assim, a partir de uma simples solicitação escrita, tornou-se possível gerar imagens com temáticas relacionadas a este ensaio em menos de um minuto. É importante ressaltar que o *Copilot* é uma plataforma de acesso gratuito e existem outras plataformas pagas com a mesma finalidade, oferecendo um nível mais avançado de sofisticação nas imagens produzidas. Nesse sentido, essa ferramenta possui um potencial significativo, pois elimina a necessidade de dedicar longos períodos à criação, o que pode agilizar o trabalho tanto de designers quanto de usuários comuns

que anteriormente não tinham acesso a tais possibilidades. No entanto, é importante observar que a plataforma fornece apenas as imagens geradas, sem identificar sua procedência.

Alguns artistas já estão aderindo a esses novos recursos e, a partir deles, criando novas formas de expressão. A título de exemplo temos a cantora Taryn Southern, que utilizou do programa *Amper* para fazer a música instrumental de apoio de canções, assim, mesmo sem saber tocar nenhum instrumento, a artista já lançou um álbum com o auxílio da IA (Silveira, 2020). Ou seja, o recurso é capaz de gerar melodias a partir do algoritmo, mas também pode gerar um discurso ou uma música, por meio do mapeamento de padrões de fala dos usuários.

Um exemplo adicional é o da artista plástica brasileira Katia Wille, que explorou a combinação de suas obras com a IA, criando uma nova modalidade de interação com os visitantes durante a exposição "ToTa Machina", realizada no Museu de Arte Sacra de São Paulo. Assim, "Através da Inteligência Artificial na nuvem, as obras reagem à presença de pessoas, refletem sentimentos e interagem através de movimentos diante de estímulos visuais e faciais." (EQUIPE EDITORIAL, 2020). Dessa forma, a artista utilizou a IA para inovar suas obras e proporcionar uma nova experiência com os visitantes.

Além disso, é importante destacar que essa ferramenta opera com base em algoritmos que realizam mapeamentos de padrões. A partir desses padrões, ela é capaz de gerar novas imagens, compostas por aquelas que foram alimentadas em seu banco de dados. Ademais, a ferramenta também possui a capacidade de corrigir e reconstruir imagens ou áudios previamente existentes, mesmo que estejam danificados, e aumentar sua resolução. Um exemplo é o caso dos Beatles, que lançaram em novembro de 2023 uma canção inédita de John Lennon, *Now and Then*. Isso só foi possível através do processo de remixagem realizado por uma IA, como discutido por Xavier (2023).

Os exemplos mencionados até o momento são apenas uma pequena amostra dos numerosos casos já registrados até hoje,

destacando assim que a Inteligência Artificial (IA) possui uma vasta gama de potenciais e pode catalisar novas formas de expressão por meio de imagens, vídeos e áudios. Willemart (2020) examina alguns desses exemplos para sustentar a ideia de que a IA é capaz de realizar "criações" no campo da música e da literatura, porém ressalta que o trabalho produzido pela tecnologia não incorpora a complexidade subjetiva presente nas criações humanas. Portanto, a questão central é que diversas formas de expressão artística podem ser enriquecidas com o uso da IA, mas é crucial adotar uma abordagem crítica ao considerar sua aplicação.

O dilema dos direitos autorais

A evolução da Inteligência Artificial (IA) pode ser considerada uma controvérsia sociocientífica, pois ela está sendo desenvolvida para automatizar diversas ações e serviços, mas está permeada por uma série de questões, como por exemplo, a atribuição de créditos e o plágio de conteúdo. Neste sentido, podemos mencionar o caso da artista Karla Ortiz, Sarah

Andersen e Kelly McKernan, artistas dos Estados Unidos, que moveram uma ação judicial contra a empresa *Stability AI*, alegando violação dos direitos autorais de milhões de artistas. Essa empresa, assim como outras que promovem a geração de imagens a partir de texto por meio da IA, alimentou sua plataforma com bilhões de imagens retiradas da internet, sem a autorização dos artistas que criaram esses conteúdos (NOTELO, 2024). Por outro lado, alguns artistas criticam essa ação judicial, argumentando que a IA promove a democratização da arte (NOTELO, 2024).

A partir disso, é possível compreender a urgência de regulamentação dos usos da IA. Temos algumas iniciativas se desenvolvendo por parte do poder público, como a Artificial Intelligence Act (AIA), uma proposta de regulamentação da Comissão Europeia. Entretanto as discussões para essa regulamentação estão ocorrendo muito lentamente em relação à velocidade com que a tecnologia está sendo implementada, a

primeira versão da proposta foi disponibilizada para consulta pública em 21 de abril de 2021, e a revisão votada preliminarmente no Parlamento Europeu em 14 de junho de 2023 (KAUFMAN, JUNQUILHO, REIS, 2023). Recentemente, em dezembro de 2023 se chegou a um acordo sobre o AI Act (AIA), que tem o objetivo de assegurar que o desenvolvimento da IA seja seguro e ético (REVOREDO, 2023). Esse é um passo importante, pois muitos países se baseiam nas regulamentações da União Europeia para garantir os acordos comerciais. No Brasil, o Projeto de Lei 2.338/2023, proposto pelo senador Rodrigo Pacheco, está em tramitação no Senado Federal.

Por meio da regulamentação da IA estamos caminhando em direção a alguma garantia dos direitos humanos fundamentais que já estavam sendo violados, como discutidos por Kaufman, Junquillo, Reis (2023). Percebe-se alguns avanços pois o AIA trata os riscos vinculados à IA em quatro níveis e cada um com regras específicas, a saber:

- Riscos mínimos ou inexistentes: a maioria dos sistemas de IA com riscos insignificantes pode continuar sem regulamentação.
- Riscos limitados: os sistemas de IA com riscos gerenciáveis estão sujeitos a obrigações de transparência leves para capacitar os usuários a tomar decisões informadas.
- Riscos altos: um amplo espectro de sistemas de IA de alto risco será autorizado, mas com requisitos e obrigações rigorosos para acessar o mercado da UE.
- Riscos inaceitáveis: os sistemas que contêm riscos considerados inaceitáveis, incluindo manipulação cognitiva, policiamento preditivo, reconhecimento de emoções em locais de trabalho e escolas, pontuação social e determinados sistemas de identificação biométrica remota, serão proibidos, com exceções limitadas. (EUROPEAN COUNCIL, 2023)

As preocupações relacionadas à manipulação, que discutimos anteriormente, estão começando a receber atenção e medidas estão sendo tomadas para fiscalizá-las. No entanto, é evidente que ainda há muito a ser discutido sobre esse tema, especialmente no que diz respeito aos direitos autorais. Até o

momento, não há garantias previstas na legislação referente à Inteligência Artificial (IA), mas já existem algumas regulamentações em vigor para a fiscalização da IA.

Além disso, é crucial nos preocuparmos com a rapidez com que esses processos estão ocorrendo, uma vez que vivemos em uma sociedade que ainda lida com dificuldades em se proteger contra as Fake News, e conhecemos bem os impactos que isso teve nas últimas eleições. Paralelamente, estamos testemunhando um avanço significativo nas tecnologias em larga escala, enquanto as discussões sobre garantias de direitos e regulamentações não conseguem acompanhar esse ritmo. Nesse contexto, é urgente promover uma discussão crítica sobre esses recursos, especialmente no âmbito educacional.

Considerações finais

Este ensaio pretende explorar a dinâmica em que a tecnologia se relaciona com a arte e com diversos aspectos de nossa sociedade. À medida que avançamos, percebemos que estamos nos aproximando cada vez mais das previsões feitas por alguns autores de ficção científica. No entanto, é importante ressaltar que esse progresso vem acompanhado tanto de aspectos positivos quanto negativos relacionados à implementação da Inteligência Artificial (IA). Essa convergência entre tecnologia e outras áreas levanta uma série de controvérsias e questionamentos que merecem nossa atenção.

A presença da Inteligência Artificial (IA) em nossa rotina está se tornando cada vez mais significativa, com ela "aprendendo" constantemente com o comportamento humano no dia a dia. No entanto, é crucial que estejamos atentos e conscientes dos impactos que ela pode provocar, especialmente no que diz respeito às nossas escolhas. Ao longo das discussões, observamos um contraste significativo em relação à questão dos direitos autorais. Enquanto alguns defendem a proteção da propriedade intelectual de artistas e autores contra o roubo, outros dentro dos mesmos grupos

argumentam em prol da democratização de todas as formas de conhecimento. Essas reflexões são essenciais nos dias atuais, especialmente quando consideramos a autoria de obras geradas por algoritmos - quem deve receber os créditos, aquele que deu o comando ou aquele que alimentou a rede com dados?

A única certeza que temos é a necessidade e a importância de examinar a tecnologia e os dados de forma crítica. Além da questão da autoria, existem inúmeros aspectos que demandam discussões mais cuidadosas. É essencial considerar as implicações da saturação de conteúdo, que pode diluir a qualidade e a originalidade das obras, assim como o distanciamento da produção artesanal de imagens e músicas, que pode afetar a apreciação estética e o valor cultural. Além disso, precisamos refletir sobre a quem exatamente essa tecnologia estará servindo: será que beneficia apenas os interesses comerciais das grandes corporações ou contribui genuinamente para o enriquecimento da experiência humana e cultural? Essas são questões fundamentais que devemos abordar com atenção e rigor crítico à medida que avançamos no cenário tecnológico atual.

Referências

BEAUMONT, Rea. IA é o novo DJ: Inteligência Artificial como curadora cultural. **Alceu**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 46, p. 48-55. 2022.

Consilium Europa. Políticas de Inteligência Artificial. Disponível em: <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/artificial-intelligence/#AI%20act>. Acesso em: 13 mar. 2024.

EQUIPE EDITORIAL. "ToTa Machina: exposição que une arte e Inteligência Artificial." **Arteref**. 13 de janeiro de 2020. Disponível em: <https://arteref.com/event/tota-machina/> Acesso em: 10 mar. 2024

INGHAM, Tim. "Over 60,000 Tracks are Now Uploaded to Spotify every Day. That's Nearly One Per Second." **Music Business Worldwide**, MBW,

24 de fevereiro de 2021. Disponível em: <www.musicbusinessworldwide.com/over-60000-tracks-are-now-uploaded-to-spotify-daily-thats-nearly-one-per-second/> Acesso em: 10 mar. 2024

INGHAM, Tim. “It’s happened: 100,000 tracks are now being uploaded to streaming services like spotify each day”. **Music Business Worldwide, MBW**, 06 de outubro de 2022. Disponível em: <<https://www.musicbusinessworldwide.com/its-happened-100000-tracks-are-now-being-uploaded/>> Acessado em: 13 de mar. 2024.

KAUFMAN, Dora; JUNQUILHO, Tainá; REIS, Priscila. Externalidades negativas da inteligência artificial: conflitos entre limites da técnica e dos direitos humanos. **R. Dir. Gar. Fund.**, Vitória, v. 24, n. 3 p. 43-71, set./dez. 2023.

KAUFMAN, Dora. Inteligência artificial: questões éticas a serem enfrentadas. In: IX Simpósio Nacional ABCiber, 2016, São Paulo. Anais do IX Simpósio Nacional. ABCiber. São Paulo: ABCiber. 2016.

LISBOA, Alveni. Ferramentas de arte de IA são alvo de processo por violação de direitos autorais. **Canaltech**. 6 de Janeiro de 2023. Disponível em: <<https://canaltech.com.br/inteligencia-artificial/ferramentas-de-arte-de-ia-sao-alvo-de-processo-por-violacao-de-direitos-autorais-236178/>> Acessado em: 13 de mar. 2024.

MICROSOFT. Copilot. Disponível em: <<https://copilot.microsoft.com/>> Acessado em: 14 de mar. 2024.

NOTELO, Barbara. “Inteligências artificiais fazem roubo institucionalizado com artistas”. *Jornal Opção*, 05 de janeiro de 2024. Disponível em: <<https://www.jornalopcao.com.br/colunas-e-blogs/faltou-dizer-colunas-e-blogs/inteligenciasartificiais-fazem-roubo-institucionalizado-opina-artista-da-disney-564641/>> Acesso em: Acesso em: 13 mar. 2024

REVOREDO, Tatiana. “A Lei de inteligência artificial da União Europeia”. **Consultor Jurídico**, 20 de dezembro de 2023. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2023-dez-20/a-lei-de-inteligencia-artificial-da-uniao-europeia/>> Acesso em: 13 mar. 2024

SILVEIRA, Tamires Batista. "Inteligência Artificial e Arte." **Espaço do conhecimento UFMG**. 2020. Disponível em: <<https://www.ufmg.br/espacodoconhecimento/inteligencia-artificial-e-arte/#:~:text=Temos%20desde%20IAs%20usadas%20como,m%C3%BAstica%2C%20cinema%20e%20artes%20visuais.>> Acesso em: 10 mar. 2024

WILLEMART, Philippe. Artificial Intelligence (IA) and art. **Signum: Estudos da Linguagem**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 9-21, ago. 2020.

XAVIER, Gustavo. "Decifrando inteligência artificial nos Beatles". **Jornal da USP**. 21 de dezembro de 2023. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/cultura/decifrando-inteligencia-artificial-nos-beatles/>> Acesso em: 13 mar. 2024

Capítulo 11

A perspectiva transdisciplinar das mudanças climáticas: uma proposta de planejamento para turmas do Primeiro ano do Ensino Médio

Ácmon Francisco Pedrosa Bhering
Bruno Martins Vieira

Introdução

A influência antrópica como fator determinante das alterações climáticas, exemplificados através do aumento das temperaturas médias do planeta, acidificação dos oceanos e intensificação de eventos extremos, apesar de cientificamente consensual (Hansen e Stone, 2015) é comumente visto como socialmente controverso em sala de aula por razões políticas, econômicas e culturais (Walsh e Tsurusaki, 2014). Para as autoras previamente citadas, isso faz com que professores perpassem por um dilema entre abordar a controvérsia ou apenas os conteúdos disciplinares que estão associados às alterações climáticas, na esperança de que as evidências por si só sejam convincentes aos estudantes. Entretanto, como outros tópicos socialmente controversos, esta temática pode gerar um conflito de interesse para o(a) estudante entre o pertencimento a um grupo que compartilha visões de mundo e a utilização das melhores práticas científicas para promoção de um bem-estar social (Kahan *et al* 2012). As controvérsias podem também ser instrumentalizadas a castrar debates, ideias e pensamentos de gênese contrastante, mas que venham a operar numa dialética científica e com poder de tensionar e incrementar as ideias e conceitos trabalhados. Para Apple (2006), o modelo

constitutivo da maioria dos currículos das escolas gira em torno do consenso. Há poucas tentativas sérias de lidar com o conflito (conflito de classes, conflito científico, ou outros).

Ainda, trabalhar com mudanças climáticas envolve a discussão de assuntos filosóficos, éticos e morais que estão intrinsecamente conectados com o consumo humano e a preservação do *status quo*. Dentro do próprio sistema escolar, se opera a educação como um dispositivo de política de Estado, não só no universo econômico da desigualdade entre as escolas e sistemas de ensino, mas também em um léxico simbólico. Para Apple (2006), temos na apreensão deste mecanismo a revelação de que:

À medida que aprendemos a entender a maneira pela qual a educação atua no setor econômico de uma sociedade, reproduzindo aspectos importantes de sua desigualdade, também aprendemos a desvendar uma segunda esfera em que a escolarização opera. Não há apenas a propriedade econômica; há também a propriedade simbólica - capital cultural -, que as escolas preservam e distribuem. (Apple, 2006, p. 37)

Emana também da própria temática das mudanças climáticas e/ou globais, uma nuance relevante para o estudo geográfico, que é a categoria de Escala. Esta, desperta uma dupla capacidade de interação com os sujeitos discentes ao se depararem com unidades de conteúdo tal qual a tida em objeto deste ensaio. São as escalas mais globais, tanto capazes de aproximar o sujeito-educando com o objeto em estudo, quanto de dotar a este uma perspectiva de distanciamento ou mesmo uma sensação de isenção sobre efeitos provocados em perspectiva global.

No contato com sujeitos-educandos, é recorrente a percepção de problemáticas distantes ou fugazes, ao desenvolver temáticas de cunho global; ainda que o desafio esteja em engendrar aos indivíduos a noção de que os sistemas de ordem global interagem entre si e respaldam fenômenos de toda ordem a serem sentidos no âmago do cotidiano de cada um/a, as temáticas em escalas locais por vezes urgem em debates, inclusive no eixo do clima.

É neste sentido que propostas pedagógicas que partam de testemunhos da escala 1:1, podem fundamentar debates e questionamentos dos/as estudantes sobre sistemas e ciclos planetários, da hidrografia, geologia e climatologia, a fim de acarretar discussões centradas na sociedade como os contrastes dos impactos de fenômenos e catástrofes climáticos a partir de aspectos econômicos e sociais.

Outrossim, para além da complexidade e tecnicidade de assuntos envolvendo as alterações climáticas (como o efeito estufa), Barwell (2013) indica a importância da Matemática em três momentos: (1) na descrição das mudanças climáticas, que inclui conceitos e métodos estatísticos básicos; (2) na predição, que se baseia principalmente em estatística inferencial, modelos numéricos, sistemas não-lineares e processos estocásticos; e (3) na comunicação, que inclui um conjunto de habilidades comumente chamadas de letramento matemático ou numeramento. Tópicos socialmente controversos geram um desconforto pois exigem que nós (professores e estudantes) saíamos de nossas gaiolas epistemológicas¹(D'Ambrosio, 2011) e que utilizemos matemática de forma crítica para a leitura e escrita do mundo (Gutstein, 2006; Barwell, 2013), entendendo que ela é importante, mas não integral, para a compreensão da problemática.

¹ Para Ubiratan D'Ambrosio, "gaiola epistemológica" é uma metáfora para representar as armadilhas de encarar uma problemática complexa de maneira unidimensional: "as disciplinas são como conhecimento "engaiolado" na sua fundamentação, nos seus critérios de verdade e de rigor, nos seus métodos específicos para lidar com questões bem definidas e com um código linguístico próprio, inacessível aos não iniciados. Os detentores desse conhecimento são como pássaros vivendo em uma gaiola: alimentam-se do que lá encontram, voam só no espaço da gaiola, comunicam-se numa linguagem só conhecida por eles, procriam e repetem-se, só vendo e sentindo o que as grades permitem, como é comum no mundo acadêmico. O que é mais grave, são mantidos pelos que possuem as gaiolas para seu entretenimento, como é o caso das artes, ou para seu benefício, como é o caso das ciências e da tecnologia. [...] A capacidade de observação e interpretação é subordinada às práticas e metodologias bem definidas. Mas nem mesmo podem saber de que cor a gaiola é pintada por fora" (D'Ambrosio, 2011).

Assim, a compreensão e posicionamento dos estudantes sobre as mudanças climáticas perpassa diversos conteúdos científicos, sociais, e matemáticos, que poderiam ser abordados de maneira transdisciplinar ao longo do ensino fundamental e médio. No manifesto transdisciplinar (1999), Basarab Nicolescu faz menção sobre a importância da transdisciplinaridade para abordar tópicos complexos. Assim, D'Ambrosio (2011) indica a importância da transdisciplinaridade para abordar tópicos relacionados à sustentabilidade em sala de aula.

Desenvolvimento

Para Levinson (2023) o estudo de questões sociocientíficas nas aulas de Ciências, como as alterações climáticas, pode promover debates que busquem soluções colocando em xeque alguns modelos já implementados, como sugerindo o desmantelamento da produção de energia proveniente de combustíveis fósseis, sem considerar implicações

sociais, éticas e políticas por trás. Para ele, o educador deve se atentar para não cair em uma armadilha epistêmica: “os negacionistas exploram a própria força da construção teórica, o convite da dúvida, para mostrar que a ciência não tem respostas diretas, não tem uma justificativa epistemológica profunda” (Levinson, 2023, p. 2). Assim, o autor sugere trabalhar metodologicamente com a investigação de acontecimentos/sociocientífica de maneira interdisciplinar nas aulas de Ciências. Ao longo deste ensaio, optamos pela transdisciplinaridade ao invés da interdisciplinaridade pois, para Rocha et. al (2015), a transdisciplinaridade visa cimentar um conhecimento integral, unificado e significativo aproveitando-se dos elos entre as disciplinas e os espaços de conhecimento dos quais esses elos se ancoram.

Assim, Rocha e colaboradores (2015) refletem que a transdisciplinaridade não é necessariamente identificada na ação, mas na preparação e nas ações posteriores a ela. Os autores

exemplificam com uma atividade de exploração de um modelo científico através da formulação de hipóteses, que poderia ser feito por apenas um professor, mas que gerasse debates para além da área deste professor de maneira transdisciplinar. Para os autores, esta ação educativa é transdisciplinar “não porque envolveu muitos professores de áreas distintas, mas porque movimentou toda uma turma e cada um dos alunos na sua integralidade” (Rocha *et al.*, 2015, p. 58).

Assim, a proposta pedagógica que apresentaremos não envolverá uma multitude de professores e tampouco terá a pretensão de esgotar a temática em sala de aula. Será uma proposta planejada para turmas de 1º ano do Ensino Médio, em aulas compartilhadas entre o professor de Geografia e de Matemática - devido às nossas formações acadêmicas - mas que estará aberta à discussão para além de “nossas gaiolas epistêmicas”, visando como sugerem os autores supracitados a um planejamento transdisciplinar e um posterior espaço de discussão para que a turma busque um conhecimento significativo. Também acreditamos que este é um tópico a ser trabalhado longitudinalmente, ao longo dos anos finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, adentrando diferentes assuntos associados às diferentes disciplinas que compõem a matriz curricular brasileira para cada ano escolar.

Portanto o nosso enfoque será sobre as escalas temporais e geográficas das mudanças climáticas, e como isso impacta a percepção da problemática, apresentadas no Quadro 1. Devido às dificuldades comumente presentes na carga horária dos professores da Educação Básica, apenas um encontro de duas aulas exigirá a presença de ambos os professores, mas se possível, seria pertinente a participação dos dois ao longo de todo o projeto.

Quadro 1: planejamento pedagógico das atividades propostas.

Encontro (tempo)	Atividades
2 aulas de Geografia.	<p>Atividade 1) Leitura do texto “Gravuras rupestres de mais de mil anos reaparecem em meio à seca histórica em Manaus”, publicado no portal G1 Amazonas. Problematização do trecho “Esses grupos também passaram por períodos de secas mais rigorosos do que estamos vivendo agora. Como podemos perceber? Basta visualizar onde nós estamos, no nível normal da água, isso aqui fica submerso. Podemos concluir que para fazer essas gravuras o rio estava seco, ou nem existia”.</p> <p>Atividade 2) Após formar grupos de aproximadamente 4 alunos, os estudantes deverão discutir se esta afirmação inviabiliza ou não a discussão sobre mudanças climáticas. Após, deverão construir um mapa mental do debate e compartilhar suas observações em sala de aula. Em seguida, registrarão as principais justificativas (da inviabilização ou não) levantadas pelos diversos grupos.</p> <p>Fonte:https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2023/10/19/gravuras-rupestres-de-mais-de-mil-anos-reaparecem-em-meio-a-seca-historica-em-manaus-fotos.ghtml</p>

Encontro (tempo)	Atividades
2 aulas de Geografia	<p>Leitura do texto “Quinto relatório do IPCC mostra intensificação das mudanças climáticas”, publicado pelo Painel Brasileiros de Mudanças Climáticas no portal da Universidade Federal do Rio de Janeiro.</p> <p>Atividade 3) Após formar grupos de aproximadamente 4 alunos, os estudantes deverão levantar os principais tópicos abordados pelos cientistas que sugerem relação entre mudanças climáticas e influência antrópica. Em seguida, deverão construir um mapa mental do debate e compartilhar suas observações em sala de aula. Em seguida, os estudantes registrarão os principais aspectos levantados pelos diversos grupos.</p> <p>Fonte:http://pbmc.coppe.ufrj.br/index.php/en/news/373-quinto-relatorio-do-ipcc-mostra-intensificacao-das-mudancas-climaticas</p>
6 aulas de Matemática	<p>Disponibilização dos dados de concentração de gás carbônico na atmosfera, obtidos pela <i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i> (NOAA – Administração Nacional Oceânica e Atmosférica dos Estados Unidos da América). As atividades em sequências serão realizadas em duplas.</p> <p>Atividade 4) Em uma planilha no computador, faça um gráfico dos últimos 3 anos dos dados de concentração de gás carbônico.</p>

Encontro (tempo)	Atividades
	<ul style="list-style-type: none"> • Quais são os padrões observados? • Por que existem variações ao longo de cada ano? <p>Atividade 5) Faça uma média da concentração de gás carbônico para cada ano (dos últimos 10 anos), e reproduza o gráfico anterior.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quais são os padrões observados? • Por que existem variações entre cada ano? <p>Atividade 6) Faça o mesmo para a temperatura média global (atmosférica e/ ou oceânica).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quais são os padrões observados? • Existem relações entre os gráficos produzidos? • Existem evidências científicas de que os dois eventos estão relacionados? Faça uma pesquisa para responder esta questão. <p>Em seguida, as duplas apresentarão os dados obtidos para discussão em sala.</p> <p>Fontes: https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/graph.html</p>
2 aulas (Matemática com Geografia)	Visualização da animação sobre consenso científico produzida pelo imunologista Helder Nakaya, docente da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo.

Encontro (tempo)	Atividades
	<p>Atividade 7) Após formar grupos de aproximadamente 4 alunos, os estudantes deverão discutir e elaborar mapas conceituais para cada um dos seguintes questionamentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O que é consenso científico? • As mudanças climáticas são consideradas consensuais pelos cientistas? • Qual é a importância das escalas temporais e geográficas na discussão das mudanças climáticas? <p>Em seguida, os grupos deverão apresentar as conclusões para o restante da turma, permitindo espaço para debater ideias que considerem contraditórias. O debate deverá ser finalizado pensando nas problemáticas das mudanças climáticas nas nossas vidas e como podemos minimizar estes impactos.</p> <p>Fonte: https://sbi.org.br/divulgacao-cientifica/4361/</p>

Assim, com as atividades propostas buscamos utilizar de bases de dados com métricas e quantitativos de cunho matemático, trabalhando com as noções de grandeza, perfis de gráficos e progressão/regressão, além da orientação geográfica sobre a escala de tempo geológica e hidrológica em perspectiva do tempo de vida humano.

A Terra é um planeta composto por diversos sistemas caros para o estudo geográfico, como na esfera hidrológica e geológica, ainda que tenha passado por períodos mais extremos, tais quais as eras glaciais, mudanças recentes no contexto do antropoceno intensificaram relações climáticas em escala planetária. Para o estudante compreender mais sobre escalas do tempo geológico em relação ao ser humano, é possível também tecer aproximações relacionadas com estas discrepantes grandezas. Por exemplo, se o tempo de vida da Terra estivesse contido dentro de um calendário solar, o momento de surgimento do ser humano seria equivalente ao último minuto, do último dia, do último mês deste ciclo.

Outrossim, a relação do impacto da atividade antrópica a partir dos avanços industriais pode ser visto de forma relacional, concomitante com o aparecimento do ser

humano e o desaparecimento de espécies terrestres e marítimas, inclusive nas formas de vida mais sensíveis, mas não menos importantes, visto que:

Nossa realidade está construída sobre, e de muitas maneiras depende de, um mundo invisível de micróbios que aceleram a liberação de nutrientes e a decomposição de matéria orgânica, tornando a terra propícia às plantas e, conseqüentemente, às pessoas. Escondidos da vista, os organismos que habitam o solo formam boa parte da biodiversidade dos ecossistemas terrestres. (Montgomery, 2021, p. 29)

São complexas as alterações nas temperaturas de mares e oceanos, bem como modificação dos contornos e densidades florestais em todo o globo, que interferem não só na produtividade e reprodutibilidade da cultura humana, como também de uma

cadeia de relações biológicas, químicas e físicas que se desmembram a partir disto.

Conclusões

A possibilidade de articular diferentes matrizes de conhecimento em torno de uma mesma controvérsia sociocientífica intensifica um esquema que dialoga com fontes e recursos diversos de diferentes disciplinas em prol de melhor tangenciar uma temática seja ela qual for. Os recursos e ferramentas matemáticas, bem como os conteúdos e correlações promovidas pela geografia se aliam no sentido de contemplar os aspectos da mudança climática com uma visão mais panorâmica do que uma única ciência faria de forma uníssona.

Ainda que a diversidade do tema promova inúmeras outras inferências factíveis entre as disciplinas em questão, as atividades aqui propostas já avançam em aproximar os estudantes do tema, e rompe com o isolamento das disciplinas. Neste esforço conjunto, os discentes estarão munidos de argumentos e bases que sustentem, geográfica e matematicamente, um discurso frente ao debate das mudanças climáticas, bem como uma estrutura econômica, política e social que oriente as práticas produtivas conforme se pautam hoje.

Temos como perspectiva frente a uma conjuntura de conflitos sociais e econômicos que encapsulam também as mudanças climáticas, que a escola não é um espelho passivo, mas uma força *ativa*, que pode também servir para *legitimar* as formas econômicas e sociais e as ideologias tão intimamente conectadas a ela (Apple, 2006). Cabe então à escola e ao corpo docente de educadores, questionar e salientar as estruturas que são motor das mudanças climáticas, e bem localizado, em escala local e global, os educandos frente aos desafios, contrastes e desigualdades que envolvem o clima.

Trabalhar com temáticas científicas socialmente controversas faz parte da formação integral do estudante, e a forma com que professores abordam a temática possibilita um debate que permite

uma reflexão ativa dos envolvidos. Assim, Walsh e Tsurusaki (2014) sugerem que:

Quer nos baseamos ou não nos conhecimentos anteriores dos alunos sobre as alterações climáticas e nos seus valores e ideias sobre como lidar com os impactos, estas experiências científicas, pessoais e sociais com as alterações climáticas estarão presentes na sala de aula. Em vez de ver as controvérsias como algo a ser temido ou relegado a uma classe não científica, deveríamos encarar isto como uma oportunidade para promover uma aprendizagem científica mais profunda e envolver os alunos em aulas excitantes de Ciências. (Walsh e Tsurusaki, 2014, p. 262)

Portanto, as mudanças climáticas são socialmente controversas e a atividade proposta visa criar um diálogo com os estudantes não apenas sobre as diversas disciplinas basilares para a discussão, mas também promover o debate por trás das controvérsias sociais, econômicas e culturais que estão por trás desse assunto.

Referências

APPLE, Michael W.. **Ideologia e Currículo**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. Tradução de Vinicius Figueira.

BARWELL, Richard. The mathematical formatting of climate change: critical mathematics education and post-normal science. **Research in Mathematics Education**, v. 15, n. 1, p. 1-16, 2013.

D'AMBROSIO, Ubiratan. A transdisciplinaridade como uma resposta à sustentabilidade. **Revista Terceiro Incluído**, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2011.

GUTSTEIN, Eric. **Reading and writing the world with mathematics: Toward a pedagogy for social justice**. New York, NY: Routledge, 2006.

HANSEN, Gerrit., STONE, Dáithí. Assessing the observed impact of anthropogenic climate change. **Nature Climate Change**, v. 6, p. 532–537, 2016.

KAHAN, Dan M.; PETERS, Ellen; WITTLIN, Maggie; et al. The polarizing impact of science literacy and numeracy on perceived climate change risks. **Nature Climate Change**, v. 2, p. 732–735, 2012.

LEVINSON, Ralph. Questões sociocientíficas na ciência escolar: uma sugestão teórica. **Ciência e Educação**, v. 29, p. 1-9, 2023.

MONTGOMERY, David R. **Erosão: dos solos às civilizações**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2021. Tradução de Ana Maria Fiorini.

NICOLESCU, Basarab et al. **O manifesto da transdisciplinaridade**. Triom, 1999.

ROCHA FILHO, João B. da; BASSO, Nara R. de S.; BORGES, Maria R. **Transdisciplinaridade: a natureza íntima da educação científica**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2015.

WALSH, Elizabeth M.; TSURUSAKI, Blakely K. Social controversy belongs in the climate science classroom. **Nature Climate Change**, v. 4, p. 259–263, 2014.

Capítulo 12

O avanço da suinocultura no estado de Santa Catarina como uma controvérsia sociocientífica

Jéssica Martins Corrêa
Sergio Pedro Carpegiani Junior

Introdução

O presente ensaio é um dos resultados finais da disciplina isolada e concentrada ministrada pelo professor Ralph Levinson e coordenada pela professora Suzani Cassiani, intitulada “Science Education and Democratic Participation”, entre os dias 16 à 20 de novembro de 2023 em parceria com o projeto PRINT- Repositório de Práticas Interculturais, dentro do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina.

“A agricultura familiar é uma das marcas registradas de Santa Catarina, e os números do Censo Agro¹ trazem uma dimensão da importância do setor para a economia do estado. Esses dados são um retrato do agronegócio catarinense e servirão de base para nossos trabalhos”. A fala descrita foi feita em 2019, pelo então secretário de Estado da Agricultura, da Pesca e do Desenvolvimento Rural, Ricardo de Gouvêa (Ceron, 2019). Ao mesmo tempo em que isso acontece, o Brasil tem se tornado um dos grandes produtores e exportadores de produtos agropecuários do mundo, já sendo o mais industrializado da América Latina.

¹ Pesquisa quinzenal produzida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.

O Oeste catarinense é destaque nacional da produção de suínos, prática que foi inserida na região durante o processo colonizatório, no início do século XX, e está diretamente relacionada ao seu desenvolvimento econômico, social e cultural. Entretanto, a prática de criação de suínos para consumo e venda de carne e derivados tem passado das mãos das pequenas propriedades para grandes indústrias, acompanhando o crescimento do setor nacional.

Essas transformações, porém, não se apresentam sem impactos e por isso o presente ensaio tem por objetivo analisar brevemente as controvérsias sociocientíficas relacionadas à produção de suínos na região Oeste de Santa Catarina, destacando também a importância dessa discussão no ambiente escolar.

1. O papel de destaque da agricultura familiar no estado de Santa Catarina e a suinocultura como destaque

A constituição do Agronegócio no estado de Santa Catarina (SC) está na agricultura familiar². Cerca de 78% das propriedades e 72,5% das pessoas que trabalham neste ramo estão vinculadas à agricultura familiar, conforme estudo da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI (2021). Em 2017, o Censo Agropecuário realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontou que 50,7% do Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP) de SC foi produzido pela agricultura familiar, que estão distribuídas entre diversas áreas de

² Em relação às definições sobre a agricultura familiar, como aponta Castro (2023), existem diversas dificuldades em se construir uma definição única sobre do que se trata o termo e isso se deve a alguns fatores. Como exemplo, o autor cita a própria diversidade de pessoas, culturas, locais, produção agrícola, entre outros, que estão distribuídas num país tão vasto como o Brasil. Além disso, percebe-se uma distinção entre os conceitos utilizados por Governos, que possuem interesses muito mais operacionais (principalmente por questões de políticas públicas e taxas) daqueles conceitos utilizados dentro do meio acadêmico, que possuem outros interesses (Castro, 2023).

produção como pecuária, produção de lavoura e estabelecimentos de comércio (Ceron, 2019). Dados como estes mostram que a agricultura familiar em SC representa um pilar forte na constituição da cadeia de produção de alimentos do estado.

Apesar de amplo, o conceito e entendimento de “agricultura familiar” que abordaremos é apresentado na Lei nº 11.326 de 24 de julho de 2006, que dentre alguns aspectos destaca que o agricultor familiar é definido por:

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, considera-se agricultor familiar e empreendedor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos: I - não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais; II - utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; III - tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida pelo Poder Executivo; IV - dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família. (BRASIL, 2006).

No decorrer deste trabalho retomaremos esta definição, já que ela se relaciona diretamente com as controvérsias sociocientíficas atreladas ao avanço da suinocultura em Santa Catarina, que é o foco da nossa discussão.

De acordo com Giehl & Mondardo (2019), a importância dessa atividade para o estado de SC não se dá apenas por questões financeiras, mas também culturais, já que a própria estrutura de colonização está atrelada à produção de suínos.

A região Sul do Brasil, que abrange os estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, foi colonizada em uma fase posterior em comparação com outras partes do país devido às delimitações estabelecidas pelo Tratado de Tordesilhas (1494-1640)³. Além disso,

³ Acordo entre Portugal e Espanha assinado em 1494, no contexto das Grandes Navegações e definia que o mundo seria “dividido” entre esses dois países. O fim de sua validade ocorreu junto com a dissolução da União Ibérica (1580-1640), união entre os reinos de Portugal e Espanha, e teve como consequência, entre outros, o avanço da colonização portuguesa em direção ao interior do Brasil.

disputas entre essas unidades federativas dificultaram a ocupação do interior do continente por imigrantes europeus, como a Guerra do Contestado (1912-1914)⁴, por exemplo. A partir da definição das fronteiras territoriais, empresas de colonização nacionais (principalmente originárias do Rio Grande do Sul) e estrangeiras (como a norte-americana Brazil Development and Colonization Company) passaram a trazer imigrantes italianos e alemães para a região, dando início à colonização “branca” do Oeste catarinense⁵ (Bavaresco, 2021; Plein, 2005; Peluso Júnior, 1991).

Em território desconhecido e economicamente humildes, o estabelecimento de uma vida comunitária foi fundamental para a sobrevivência dos imigrantes na região. “Era comum, entre os colonos, a troca de dias de serviço, a reunião de agricultores para realizar a colheita e abate de animais, a troca de reprodutores. Essas atividades faziam parte da forma de produzir e, ao mesmo tempo, representavam uma forma de sociabilidade.” (Plein, p. 96, 2005). Com o solo fértil e a regularidade das chuvas, rapidamente a atividade agrícola se expandiu e passou a gerar excedentes, que eram trocados e/ou comercializados. A criação de suínos se desenvolveu concomitante ao processo colonizatório, seja como fonte de proteína animal, para consumir o excedente de produção agrícola ou para o comércio de banha, fornecida principalmente aos tropeiros⁶ que circulavam pela região em direção ao Sudeste do país (Bavaresco, 2021; Plein, 2005).

Porém,

⁴ Conflito ocorrido no início do século XX na fronteira entre os atuais estados de Santa Catarina e Paraná que teve origem em disputas territoriais, mas também envolveu questões sociais e econômicas, e foi travado entre posseiros locais, autoridades governamentais e empresas privadas que buscavam a posse das terras da região.

⁵ O termo “colonização branca” é mencionado por Plein (2005) e aqui é empregado no sentido de destacar a vinda de imigrantes europeus para a região, diferenciando-os daqueles eurodescendentes que já ocupavam e dividiram o território com as populações indígenas nativas. Viajantes que percorriam longas distâncias comercializando produtos e gado. Era uma atividade muito comum e necessária no Brasil entre os séculos XVI e XX.

[...] o modo de vida colonial, começou a enfrentar problemas a partir do esgotamento da fronteira agrícola e do aumento da pressão demográfica sobre a utilização da área disponível nas pequenas propriedades. Os filhos que chegaram pequenos nos anos 1920 estão em idade plena de trabalhar nas décadas de 1930/40. A fronteira agrícola, aos poucos, começa a se esgotar na região e a solução dos limites passa por uma mudança no sistema produtivo. (Plein, p. 97, 2005).

Esse período coincide com o estímulo à industrialização nacional, uma característica marcante do governo de Getúlio Vargas (1930-1945), seguido pela abertura do Brasil ao capital estrangeiro durante a gestão de Juscelino Kubitschek (1950-1955). Como resultado, a região Oeste, que encontrava-se em um vazio demográfico até a década de 1940 (Peluso Júnior, 1991), obteve um crescimento populacional exponencial de mais de 300% nas décadas seguintes (Bavaresco, 2021), que foi impulsionado pelo desenvolvimento urbano-industrial e melhorias nas infraestruturas de transporte. Ao mesmo tempo, houve uma crescente demanda por banha de porco, o que, por sua vez, incentivou a expansão da criação de suínos para suprir essa demanda (Plein, 2005).

Assim, “[...] até o final dos anos 1960, a forma familiar de produção, da região Oeste de Santa Catarina, pode ser caracterizada pelo modo de vida colonial, ou seja, a agricultura colonial, onde a unidade de produção familiar era formada pelo colono e sua família.” (Plein, p. 83, 2005). A partir disso, diferentes indústrias se instalaram na região tornando-a um dos maiores polos produtores de suínos e derivados do mundo.

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, o Brasil é o terceiro maior produtor de suínos do mundo, ficando apenas atrás de China e Estados Unidos, respectivamente (Guaraldo, 2021). O estado de Santa Catarina lidera o ranking nacional e concentra mais de 30% na produção de suínos (IBGE, 2022) e, embora a atividade esteja presente na maioria das regiões do estado, a maior concentração se dá na mesorregião Oeste catarinense, que é responsável por 80,1% da produção (Giehl, 2022).

Em todo o estado, a suinocultura produz 17,7% do VBP do setor agropecuário e além disso, SC sozinha é responsável por 50% de toda a exportação de carne suína do Brasil (Giehl & Mondardo, 2019). Em 2022, esse número chegou a 56,8%, equivalente a mais de 1,7 milhões de toneladas. Segundo o último boletim agropecuário emitido pela EPAGRI⁶, em 2023 o estado registrou recorde na exportação de carne suína, foram 658,2 mil toneladas de carne suína (in natura, industrializada e miúdos) tendo como principais destinos países asiáticos, com destaque para a China, seu maior comprador.

Todos estes dados mostram a importância econômica, social e cultural da produção de suínos para as pessoas que estão em Santa Catarina, sendo esta atividade o pilar estrutural de diversos setores para o estado, desde os produtores, passando pelas agroindústria, chegando no comércio e não podendo esquecer de estabelecimentos diversos que se beneficiam também desta produção de forma indireta.

Entretanto, é preciso discutir os impactos que o avanço deste modelo de suinocultura no Estado, debatendo questões presentes no dia a dia da população que nem sempre são levados em consideração. Neste sentido, acreditamos que olhar para o contexto como uma controvérsia sociocientífica (CSC) pode nos auxiliar a ter uma melhor visão do todo, analisando os diversos aspectos e pontos de vista envolvidos na suinocultura como está vem se estabelecendo em Santa Catarina.

2. Controvérsias sociocientíficas (CSC)

Antes de analisarmos o caso apresentado até aqui sob a ótica das CSC é importante descrever, mesmo que de forma breve, o que queremos dizer quando utilizamos este termo. Primeiramente, gostaríamos de chamar atenção ao próprio termo e o que ele por si só pode nos dizer. Segundo definição do dicionário Michaelis, a

⁶ Boletim Agropecuário de Santa Catarina n. 1 de 2024.

palavra “controvérsia” pode ser entendida como “discussão ou polêmica em torno de algo divergente”, quanto que a palavra “sociocientífica” já nos remete à temas que possuem uma complexidade, envolvendo diferentes atores e setores que compõem a nossa sociedade.

Rudduck (1986, p.8) apud Duso (2015, p. 36), apresenta que um problema controverso possui elementos que fazem com que apenas uma análise de dados ou evidências não seja suficiente para que estes sejam resolvidos, uma vez que outros pontos, tão importantes quanto os citados anteriormente, também possuem influência sobre as discussões e possíveis resoluções dessas questões.

Desta forma, as CSC podem ser definidas como temas que possuem relação direta com a ciência e tecnologia, mas que implicam em outros valores como econômicos, sociais, políticos, culturais, éticos e morais, sendo assim distintos pontos de vistas e opiniões, não havendo uma única resolução, uma vez que diferentes perspectivas são levadas em consideração. Por fim, podem ser de âmbito, local, regional (como o contexto utilizado aqui) ou global (Reis, 1999; Kolstø, 2000; Ratcliffe & Grace, 2003; Hoffmann & Duso, 2012).

A partir desta definição, como já dito anteriormente, olharemos para o avanço da suinocultura no estado de Santa Catarina, principalmente através do modelo de produção integrada, discutindo alguns pontos que achamos pertinentes sobre a situação que se apresenta nos dias de hoje.

3. As controvérsias sociocientíficas da suinocultura no estado de Santa Catarina

Em 1980, o estado possuía aproximadamente 67 mil produtores de suínos que eram responsáveis pela produção de mais de 4,4 milhões de animais, já em 2005 a produção praticamente dobrou, batendo a marca de quase 7,9 milhões de animais, entretanto a quantidade de produtores caiu para praticamente 15% em relação ao que havia em 1980 (Embrapa,

2009). Esta configuração se deve principalmente à modernização do campo que ocorreu no Brasil na segunda metade do século passado, além de uma alteração significativa no modelo de produção de suínos, onde a produção independente de animais pelos agricultores foi gradualmente substituída pela produção integrada, sendo configurada como uma parceria entre produtores e agroindústrias (Embrapa, 2009; Marcondes, 2016).

O modelo integrado funciona mediante a assinatura de um contrato entre a agroindústria e o agricultor, onde a primeira fornece os animais, rações, medicamentos, além da assistência técnica, enquanto que o produtor é responsável por cumprir com a qualidade do produto e o prazo da entrega dos animais à agroindústria para o abate (Embrapa, 2009). É importante destacar que em muitos casos as propriedades rurais são divididas em dois diferentes estágios na cadeia de produção, enquanto algumas propriedades são responsáveis por receber e cuidar dos filhotes até estes atingirem 40 dias, outras propriedades recebem estes animais com 40 dias de vida e entregam às agroindústrias com 120 dias de vida para o abate (Embrapa, 2009). Percebe-se que este modelo constitui praticamente uma linha de produção, onde o agricultor faz parte de uma pequena etapa do processo.

E é neste ponto que abordaremos a nossa primeira controvérsia. Como apresentado anteriormente, a maior parte dos produtores do estado configuram-se como agricultores familiares, levando em consideração os aspectos que foram destacados quando definimos estes termos. Entretanto, há um ponto sensível neste modelo adotado na produção de suínos que se refere ao gerenciamento da propriedade, uma vez que ao assinar o contrato com a agroindústria, o agricultor deixa de gerenciar a propriedade conforme os seus interesses e passa a seguir os interesses da agroindústria. Assim, “[...] o pequeno produtor passa a ser explorado como um trabalhador qualquer, pois o excedente gerado é expropriado pelo grande capital. É uma subordinação real” (Goularti Filho p. 315, 2002 apud Embrapa, 2009).

É claro que a controvérsia sociocientífica não possui apenas um lado, são diferentes perspectivas que estão atreladas a ela e que a caracterizam como um tema complexo. No caso proposto aqui para discussão também, é importante trazer alguns pontos que são favoráveis à produção de suínos no modelo integrado. Não iremos nos aprofundar em relação aos benefícios à indústria ou economia, uma vez que de modo geral, os dados apresentados no início deste ensaio já nos parecem ser bem claros quanto a isso. Um ponto que vale mencionar é que, obviamente, a instalação destas grandes agroindústrias traz consigo diversos benefícios como empregos diretos e indiretos, investimentos do governo, melhorias na infraestrutura, entre outros, mas o nosso foco é refletir sobre questões que envolvem os produtores de suínos no Oeste catarinense.

Para as famílias que optaram por este modelo, há a segurança de ter um comprador certo do seu produto, assim como o auxílio técnico especializado, fornecimento de medicamentos e alimento fazem com que os produtores se sintam mais confiantes e seguros em adotar o modelo integrado em relação à produzir de forma autônoma (Silva; França; Oyamada, 2015), onde todos estes elementos estão sob sua responsabilidade, não havendo ainda uma certeza de que a venda desses animais será lucrativa ou se eles atenderão a exigência do mercado.

Outro ponto de destaque é o apresentado por Plein (2003) e Embrapa (2009), que registram o decréscimo de produtores de suínos, embora a produção em si tenha apenas aumentado ao longo do tempo. Mas como é possível o número de produtores diminuir se a produção está aumentando? Como os próprios autores colocam, principalmente por Plein (2003), a modernização do processo de produção de suínos fez com que a mão de obra ficasse muito especializada e por consequência concentrada na mão de poucos produtores, de modo que aqueles que não conseguiram se adequar ao modelo e as suas necessidades acabaram ficando pelo caminho ou sendo forçados a aderir.

Dessa forma Plein (2003) destaca que não somente boa parte dos produtores não adentraram no modelo de produção de suínos proposta, como também deixaram de produzir suínos. Isso se deve em muito:

[...] pela adoção de novos padrões de manejo na produção, além da adoção de um pacote tecnológico de alto nível nas áreas de genética, alimentação, controle de doenças, estruturas física e manejo dos suínos (Bavaresco p. 137, 2021).

É importante destacar que não estamos dizendo que os agricultores não estão mais criando suínos para outros fins, como para o consumo próprio, por exemplo. A questão aqui é que este modelo de produção anulou quase que por completo a possibilidade de adotar outra forma de produção de suínos com intuito de possuir uma fonte de renda que não seja a partir da integração com grandes agroindústrias. Como aponta Embrapa (2009), ao longo dos anos, o número de agroindústria também foi diminuindo, restringindo a possibilidade de venda de animais por produtores independentes, ainda na década de 1980, mais de 90% dos animais abatidos estava concentrada em apenas 4 frigoríficos em Santa Catarina, todos utilizavam na época o modelo integrado de suinocultura.

Um outro aspecto importante são os impactos ambientais causados pela suinocultura. Os números apresentados em relação ao avanço na quantidade de animais abatidos cobra um preço ao meio ambiente, tendo como o principal problema, o grande volume de dejetos produzidos. Silva; França; Oyamada (2015, p. 49) trazem que a “capacidade poluente dos dejetos suínos, em termos comparativos, é muito superior à de outras espécies”, apresentando um equivalente de produção de dejetos entre suínos e pessoas: uma granja de com 600 animais possui um poder poluente, segundo esse critério, semelhante ao de um núcleo populacional de aproximadamente 2.100 pessoas, ou seja cada animal equivale a 3,5 pessoas. Neste sentido, ao olharmos para um rebanho de 44,4 milhões de animais produzidos no Brasil no ano de 2022 (NERY, 2023) podemos ter uma dimensão do problema.

Além disso, esses animais consomem recursos valiosos. Por exemplo, cada animal come 1,9 kg na fase de crescimento e, em média, 3 kg na fase de engorda (Bellaver; Zanotto; Lima, 2021), ou para produzir 1 kg de carne suína, em média são gastos 6 mil litros de água (Marra, 2019). Dados como esses ligam um alerta sobre a necessidade de repensarmos o avanço desenfreado da produção de animais sem analisar algumas questões importantes, entre elas, o impacto que essas atividades podem causar ao meio ambiente.

4. A discussão dentro da sala de aula

Sheid (2018) aponta que o ensino de ciências deveria ter como finalidade promover uma formação crítica, tendo estudantes ativos, de modo que a escola pudesse “proporcionar a todos os estudantes o desenvolvimento de capacidades que despertem a inquietação frente ao desconhecido, conduzindo-os a buscar explicações lógicas por meio de hipóteses testáveis.” (Sheid, 2018, p. 451). Aires e Reis (2020, p. 303) em sua pesquisa descreve que as CSC possuem a capacidade de fazer com que os estudantes se desafiem, agindo de forma mais ativa, deste modo o estudante é orientado a “sair da sua passividade e se manifestar, seja por meio da fala ou da escrita, exercitando, desta forma, sua capacidade de argumentação, trazendo conceitos científicos e estabelecendo relações entre dados e enunciados, nas reflexões sobre as questões controversas em estudo.”

Avaliamos como extremamente importante que esses estudantes tenham um espaço para discutir a realidade que está a sua volta. O avanço da suinocultura é uma realidade no estado de Santa Catarina, sendo uma rica CSC para se discutir diversos aspectos, onde conceitos de biologia, geografia, história, filosofia e sociologia podem ser discutidos, embora que não como objeto fim da aula, mas como ferramentas para que os estudantes pudessem esclarecer os seus questionamentos, levantar outros e chegar por fim a suas conclusões.

Sabemos da dificuldade de discutir de forma amplas temas que não estão diretamente contemplados nos currículos escolares, o que acaba gerando uma sobrecarga de conteúdos e no educador, mesmo que estes temas sejam de interesse local (Muenchen, 2006; Forgiarini, 2007). Por outro lado, a escola não pode fechar os olhos para o mundo fora das paredes da sala de aula, ao contrário disso, é preciso que a escola olhe para os estudantes que a frequentam, que entenda as suas realidades e desafios.

O caso da suinocultura é apenas um exemplo de tema de extrema importância para debate e que está presente no nosso dia a dia. Incentivar os estudantes a refletir sobre diferentes realidades é desenvolver um olhar crítico para o mundo em que vivem e tornar a educação mais presente e significativa.

Referências

AIRES, Joanez Aparecida; REIS, Pedro. Controvérsias sociocientíficas em pesquisas desenvolvidas em Portugal: um estudo sobre as potencialidades e limites na promoção da reflexão sobre natureza da ciência. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 2, p. 291-310, 2020.

BAVARESCO, Alisson Henrique. **Suinocultura no oeste catarinense: mudanças e permanências na estrutura produtiva - o caso do município de São José do Cedro-SC**. 2021. 221 p. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Unioeste) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, 2021;

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D. L.; LIMA, G. J. M. M. de. Alimentação à vontade. **EMBRAPA**. 22 dez. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/criacoes/suinos/producao/nutricao/arracoamento/alimentacao-a-vontade#:~:text=O%20consumo%20m%C3%A9dio%20%C3%A0%20vontade,cada%20su%C3%ADno%20alimentado%20%C3%A0%20vontade>. Acesso em: 26 fev. 2024.

Boletim Agropecuário. Florianópolis - SC: Epagri, n.1, 51 p. 2014. ISSN: 2764-7579 (on-line)

BRASIL. **LEI Nº 11.326, DE 24 DE JULHO DE 2006.** Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília DF Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111326.htm. Acesso em: 20 fev. 2024.

CASTRO, César Nunes de. **Conceitos e legislação sobre a agricultura familiar na América Latina e no Caribe.** Brasília, DF: Ipea, ago. 2023. 48 p. (Texto para Discussão, n. 2905). DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td2905-port>;

CERON, Ana. Agricultura familiar responde por metade do faturamento da agropecuária em SC. **Governo de Santa Catarina - Secretaria da Fazenda.** 01 nov. 2019. Disponível em: <https://www.sef.sc.gov.br/midia/noticia/2416#:~:text=Destaque%20na%20produ%C3%A7%C3%A3o%20animal%20e,45%20milh%C3%B5es%20de%20hectares%20cultivados>. Acesso em: 23 fev. 2024.

DUSO, Leandro. **A discussão de controvérsias sociocientíficas: uma perspectiva integradora no ensino de ciências.** 2015. 245 p. Tese (Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

EPAGRI. Santa Catarina dá início à década de incentivo à agricultura familiar. **EPAGRI.** 09 ago. 2021. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2021/08/09/santa-catarina-da-inicio-a-decada-de-incentivo-a-agricultura-familiar/>. Acesso em: 23 fev. 2024.

FORGIARINI, Marcia Soares. **A abordagem de temas polêmicos no currículo da EJA: o caso do “florestamento” no RS.** 2007. 132 p. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Educação) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007;

GIEHL, Alexandre L. Status sanitário da pecuária de Santa Catarina e seu efeito sobre as exportações de carne suína. In: 60º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER. 60. 2022 Natal - RN. Disponível em: https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/Artigos/Status_sanitario_da_pecuaria_de_SC_e_seu_efeito.pdf. Acesso em: 25 fev. 2024.

GIEHL, Alexandre L.; MONDARDO, Márcia. Produção de suínos em Santa Catarina: uma análise da regionalização dos abates (2013-2018). *In: XIII ENCONTRO DE ECONOMIA CATARINENSE Transformações no mundo do trabalho*. 11. 2019 **Anais** [...]. Criciúma. Disponível em: https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/Artigos/Regionalizacao_d_o_abate_de_suinosa.pdf. Acesso em: 21 fev. 2024.

GUARALDO, Maria Clara. Brasil é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo. **EMBRAPA**. 01 jun. 2021. Disponível em: [https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo#:~:text=Tail%20%C3%A2ndia%20e%20Pol%C3%B4nia,-,Carne%20su%C3%ADna,Unidos%20\(8%2C4%25\)](https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo#:~:text=Tail%20%C3%A2ndia%20e%20Pol%C3%B4nia,-,Carne%20su%C3%ADna,Unidos%20(8%2C4%25)). Acesso em: 21 fev. 2024.

HOFFMANN, Marilisa Bialvo; DUSO Leandro. Controvérsias sociocientíficas no ensino de ciências: aspectos da pesquisa brasileira publicada em periódicos. *In: IX ANPED SUL - Seminário de Pesquisa em Educação da região Sul*. 9. 2012. Caxias do Sul. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/30166606/12_35_54_43-6638-1-pb-libre.pdf?1390897567=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCONTROVERSIAS_SOCIO_CIENTIFICAS_NO_ENSINO.pdf&Expires=1709002354&Signature=CdLbXzUiv-JCIOYF_HUJej70umh3N-IP5xIDkxVmBuDLShWx20dEdfCZhIYnziPAFd27UF9Ct4-o~Yeocd4v7oJvooGxtb78SxOuEww~0RwGABVmpxmfzPorw8W25mhVuDjR2Qo6LAdPkHr1Rk4un7KEE2fd4QOXbgkMFJ6BWM3L1vyY3H3QAQ-LssZoiIxfWkMDgMMcK~UsBP0kKYli8WW82Yaj2AYwlhdE~DYSYflhHE~fwZR1b5rVnXLAhZ8-qp0q4WWXlMgmg7-LFtned2XnnBflJGTZodSBsg8yJtXMAQfZ3GsKwTijE~TyH8B1nWNSTB3NcSaW~95vFNSeDA__&KeyPair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso em: 21 fev. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 21 fev. 2024.

KOLSTØ, Stein D. Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. **Science education**, v. 85, n. 3, p. 291-310, 2001.

MARRA, Renan. Saiba quanta água é consumida durante a fabricação de produtos. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 22 mar. 2019. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2019/03/saiba-quanta-agua-e-consumida-durante-a-fabricacao-de-produtos.shtml>. Acesso em: 26 fev. 2024.

MARCONDES, T. Agropecuária em Santa Catarina: Cenário atual e principais tendências. *Revista NECAT*. Florianópolis, SC. v.5, n. 9. p. 8-38. Jan-junho, 2016. Disponível em: <http://ncubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/necat/article/view/4171>. Acesso em: 23 fev. 2024.

MUENCHEN, Cristiane. **Configurações curriculares mediante o enfoque CTS: desafios a serem enfrentados na EJA**. 2006. 129 p. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Educação) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006;

NERY, Carmen. Rebanhos e valor dos principais produtos de origem animal foram recordes em 2022. Agência IBGE notícias. 21 set. 2023. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37937-rebanhos-e-valor-dos-principais-produto-de-origem-animal-foram-recordes-em-2022#:~:text=O%20valor%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de,foi%20de%2017%2C5%25>. Acesso em: 26 fev. 2024.

PELUSO JÚNIOR, Victor Antônio. **Aspectos Geográficos de Santa Catarina**. Florianópolis: UFSC, 1991.

PLEIN, C. A formação da agricultura familiar no oeste de Santa Catarina: o caso das colônias Porto Feliz e Porto Novo. **Revista Faz Ciência**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 79, 2000. DOI: 10.48075/rfc.v7i1.7401. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/fazciencia/article/view/7401>. Acesso em: 23 fev. 2024.

RATCLIFFE M.; GRACE, M. **Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues**. Maidenhead: Open University Press, 2003.

REIS, P. A discussão de assuntos controversos no ensino das ciências. **Inovação**, Lisboa, n. 12, p. 107-112, 1999.

SCHEID, N. M. J. História da ciência na educação científica e tecnológica: contribuições e desafios. **Revista Brasileira de Ensino, Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 2, p. 443-458, 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/8452/pdf>. Acesso em: 22 fev. 24.

SILVA, C. M.; FRANÇA, M. T.; OYAMADA, G. C. Características da suinocultura e os dejetos causados ao ambiente. **Connect On Line**, Várzea Grande - MG, n.2, 2015. Disponível em: <https://periodicos.univag.com.br/index.php/CONNECTIONLINE/article/view/199/453>. Acesso em: 25 fev. 2024.

Suinocultura e Meio Ambiente em Santa Catarina: Indicadores de desempenho e avaliação sócio-econômica. Concórdia - SC. Embrapa Suínos e Aves, 1 ed. 201 p. 2009. ISSN 0101-6245.

Capítulo 13

Café de Timor-Leste como uma questão CTSA para a educação Científica, Matemática e Tecnológica

Julio de Carvalho¹

Gradiana Esperança Sarmento²

Lino Verdial do Rosário³

Irlan Von Linsingen⁴

1. Introdução

Este artigo resulta de uma disciplina de mestrado em Educação Científica, Matemática e Tecnológica (ECMT) da Universidade Nacional Timor Lorosa'e (UNTL). A disciplina trata de perspectivas teórico-práticas contra-hegemônicas como caminhos para a timorização da ECMT por meio de práticas interculturais e de saídas emancipatórias para a educação das áreas em questão, pautando-se por horizontalidade e dialogicidade. Objetiva construir compreensões sobre os desafios enfrentados na

¹ Estudante Mestrando em Educação Matemática e Tecnologia na UNTL e professor Disciplina Física na Escola Secundaria Técnica Vocacional (ESTV) Becora. E-mail: liacajulio@gmail.com

² Estudante Mestrando em Educação Matemática e Tecnologia na UNTL e professor Disciplina matemática na Escola Secundaria Colego Paulos IV. E-mail : sarmementograndiana@gmail.com

³ Doutor em Educação em Ciências e Matemáticas na Universidade Federal do Pará.

⁴ Docente permanente do Departamento do Ensino de Matemática na Faculdade de Educação, Artes e Humanidades – UNTL. E-mail: verdialino@gmail.com

ECMT em Timor-Leste pós-colonial, considerando o contexto das relações CTSA globais, a partir da busca e temas de relevância local.

A disciplina trata de abordar a ECMT em termos dos desafios de Timor-Leste pós-colonial relacionados à Etnomatemática, à educação CTSA, às tecnologias para inclusão social, às práticas interculturais e saídas emancipatórias, e à preservação ambiental. Os conteúdos são abordados através de aulas teóricas, audiovisuais, slides, leituras de textos, discussão em grupos, apresentação de seminários e socialização dos conhecimentos.

A escolha do tema Café do Timor-Leste deve-se ao fato do café ser uma das mais importantes fontes de renda de grande quantidade de famílias de agricultores timorenses nos distritos, subdistritos, sucos e aldeias e o principal produto de exportação do setor agrícola do país. Está intimamente ligado às suas tradições culturais e à história. Por essas razões, o tema foi escolhido como potencialmente útil para tratar como uma questão CTSA relacionada com educação socioambiental.

Para contextualizar, apresentamos uma breve abordagem sobre a produção de café em Timor-Leste, conectada a aspectos como a segurança e soberania alimentar, a produção cooperativa, a agricultura orgânica e o cooperativismo, bem como o papel da educação na promoção da preservação ambiental e da emancipação social.

O café cultivado nas pequenas propriedades agrícolas familiares sempre foi a grande fonte de produção de café timorense. No distrito de Ermera (região centro oeste), os agricultores familiares produzem café para o mercado como um suplemento para a sua subsistência e fornecem o café através da União dos Agricultores de Ermera (UNAER), de forma cooperativada.

Os agricultores familiares cultivam o café por meio da cultura tradicional. Cultivar o café em Timor Leste faz parte de uma tecnologia ligada aos conhecimentos tradicionais, que tem relação com aspectos importantes de manejo da terra e preservação ambiental, de modo que resgatar tais conhecimentos e técnicas constitui material útil para a construção de abordagens educacionais críticas, ao permitir estabelecer relações críticas com

métodos e orientações tecnocientíficas da produção em grande escala associada ao uso de fertilizantes e agrotóxicos do modo de produção capitalista. Nesse sentido, o tema pode ser tratado desde uma perspectiva socioambiental no contexto do campo dos estudos sociais da ciência, tecnologia e ambiente (CTSA), objetivando a estruturação de aulas do ensino secundário e do terceiro ciclo em Timor-Leste.

2. Contexto ambiental de Timor-Leste

Timor-Leste, situado no continente asiático, ocupa a banda oriental da ilha de Timor. Possui fronteira terrestre com Timor Ocidental pertencente à Indonésia, e fronteira marítima com a Austrália, no Mar de Timor, a sul. O país possui uma população de aproximadamente 1.350.000 habitantes, sendo que 80% vivem na área rural. A capital é Díli, situada na costa norte, e o país tem área total de 14.609,38 km². (Agência Brasileira de Cooperação, 2024)

O Meio Ambiente em Timor-Leste é muito diversificado em termos de geologia, topografia, clima e em termos de flora e fauna terrestre e aquática. A topografia é acidentada, possuindo montanhas altas, sendo o ponto mais alto o Monte Ramelau com 2.963m de altura. Esta configuração geográfica é permeada por córregos que no período de chuvas torrenciais transportam uma grande quantidade de sedimentos (aluviões).

O clima de Timor é do tipo intertropical, quente e húmido, com monções, com distinção clara entre estações seca e chuvosa. As temperaturas médias mais elevadas verificam-se entre Novembro e Janeiro e as mais baixas entre Julho e Agosto. Devido às diferentes altitudes, o litoral apresenta-se quente e húmido, com temperaturas que variam entre 19 e 34 °C. Na zona central, montanhosa, o clima é mais frio, com temperaturas mínimas que podem alcançar entre 4 e 10 °C. (da Costa,2012.)

2.1 Contexto da agricultura em Timor-Leste

A maioria da população de Timor-Leste vive da agricultura familiar, constituindo um sistema socialmente valioso, associado aos valores da família, tais como solidariedade, continuidade e relação de compromisso respeitoso (sagrado) e harmonioso com a natureza. Um sistema culturalmente aceitável e economicamente viável. A agricultura familiar é mais do que uma ocupação profissional porque reflete um estilo de vida baseado nas crenças e nas tradições sobre a vida e o trabalho e, conseqüentemente, uma percepção de inseparabilidade entre humano e natureza, usualmente identificada desde as percepções reducionistas da colonialidade do saber e do ser, como animista. Este é um ponto importante em termos de educação ambiental, considerando que a pressão da colonialidade é no sentido do silenciamento das culturas tradicionais, que tem relação íntima com a preservação ambiental.

Em Timor-Leste existem dois grandes sistemas de agricultura familiar, a agricultura de encosta/montanha e a agricultura de várzea. Em ambos, a produção vegetal e animal está organizada em pequenas unidades de produção familiar cuja área média não excede os 2 hectares. Nas culturas vegetais predominam, para subsistência, o milho, as hortaliças, os tubérculos e, nas várzeas, o arroz. Já para a obtenção de rendimentos predominam o café, coco e cacau. (Henriques *et al.*, 2014.)

Uma atividade econômica importante, a produção de café desempenha um papel fundamental no sustento de muitas famílias e comunidades. Este setor vem crescendo ao longo dos anos, com os produtores de café leste-timorenses desenvolvendo técnicas cada vez mais sofisticadas para cultivar e processar grãos de qualidade.

3. História do Café em Timor-Leste

A cultura do café em Timor-Leste remonta ao século XIX no período de ocupação colonial portuguesa, adquirindo importância

na sua economia e no seu desenvolvimento, permanecendo como uma das principais fontes de rendimento durante a ocupação indonésia do território (1975 a 2000). No período pós-independência ganhou um papel motor para dinamizar o desenvolvimento das zonas rurais com intensificação da cafeicultura (Henriques e Carvalho, 2013, p. 9), o que tende a produzir tensão entre os métodos de produção tradicionais e as formas de exploração capitalista.

No tempo colonial português, o café era cultivado em pequena escala por agricultores locais, mas gradualmente se expandiu, tornando-se um dos principais produtos de exportação da então colônia. Na região de Ermera, em determinado momento da ocupação colonial portuguesa, o café foi cultivado por timorenses obrigados a ir trabalhar nas plantações de café como castigo por não conseguirem pagar os impostos. Durante aquele período, Timor-Leste ganhou reconhecimento internacional pela qualidade do seu café.

O café constitui quase 80% das exportações não-petrolíferas, e estima-se que cerca de 50.000 famílias são produtoras de café. As principais áreas de produção de café são Aileu, Ainaro, Bobonaro, Ermera, Liquiçá e Manufahi, sendo que Ermera representa metade da produção total de café. O país possui uma vantagem competitiva em nível da produção orgânica, sendo o maior produtor de café orgânico do planeta. O Timor Hybrid, um enxerto natural das variedades Robusta e Arábica, é reconhecido no mercado internacional como café orgânico de alta qualidade, sendo a característica ambiental mais significativa desse híbrido a resistência à ferrugem. (CESO CI, SA. 2013)

Devido ao crescente interesse mundial, Timor-Leste busca manter-se como produtor de café orgânico de qualidade. Como após o plantio há necessidade de esperar quatro anos para a colheita, uma das possibilidades para a consolidação da soberania alimentar e resolver a questão de subsistência das famílias de agricultores, é a estruturação de multicultura agrícola em perspectiva agroecológica.

4. Problemas ambientais provocados pela monocultura

Uma questão importante a ser considerada na produção de café em Timor-Leste, é a que se relaciona com a sustentabilidade socioambiental. Nesse sentido torna-se fundamental que a produção seja realizada de forma a preservar os ecossistemas naturais e a biodiversidade da região. Isso envolve a adoção de práticas agroecológicas e agroflorestais, como a diversificação de culturas (multicultura), a redução do uso de agroquímicos e a implementação de sistemas agroflorestais.

Essa importante questão deve ser introduzida na educação científica, matemática e tecnológica em termos da elaboração temática CTSA para abordagem dos conhecimentos disciplinares, ampliando o conhecimento da natureza desses conhecimentos para a formação de sujeitos críticos, na perspectiva freireana de superação de uma educação bancária, para a formação para a cidadania plena.

5. Educação para a soberania alimentar, a preservação ambiental e a emancipação social: Produção de café e a UNAER

A produção de café em Timor-leste tem sido promovida pelo Ministério da Agricultura e Pescas (MAP), Secretaria Estado Ambiente (SEA), Ministério do Turismo Comércio e Indústria, e também por organizações de Cooperação Internacional (Missão Agrícola Portuguesa, USAID, ONGs, Peace Winds, PARC, OXFAM), assim como por empresas privadas de transformação e exportação. (Henriques *et al*,2014.)

No que concerne às cooperativas, a UNAER (Uniaun Agrikultores Ermera) desempenha um papel crucial na promoção da produção cooperativa e comercialização justa do café timorense. Ao reunir pequenos agricultores em torno a práticas e valores compartilhados, a UNAER fortalece a posição desses produtores no mercado, garantindo-lhes melhores preços e condições de trabalho.

Essa abordagem cooperativa não apenas beneficia os agricultores, mas também contribui para a valorização da produção local e para o desenvolvimento socioeconômico sustentável das comunidades rurais. Desse modo, o cooperativismo desempenha um papel fundamental na produção de café em Timor-Leste, pois permite que os pequenos agricultores se unam para enfrentar desafios e pressões do modo de exploração dominante e maximizar os benefícios de suas atividades.

Nesse sentido, a educação para a soberania alimentar, a preservação ambiental e a emancipação social assume importância vital para os produtores de café e suas organizações. Essa abordagem educativa capacita os agricultores a compreenderem a importância de práticas sustentáveis, a valorizarem sua herança cultural e a reivindicarem seus direitos como produtores e membros de suas comunidades.

Além dos desafios ambientais, os pequenos agricultores de Timor-Leste também enfrentam barreiras socioeconômicas, como a falta de acesso a recursos, a desigualdade de gênero e a marginalização de comunidades rurais, de modo que se torna essencial promover a emancipação social dessas comunidades, garantindo-lhes oportunidades justas e equitativas.

6. Educação CTS Escolar em perspectiva Socioambiental

A educação em perspectiva CTSA potencializa a construção de consciência socioambiental relacionada a todas as formas de vida, valorizando e promovendo uma relação de respeito e inseparabilidade humano-natureza que remetem para a busca de equilíbrio e consequente redução da exploração dos bens naturais.

Para agir de forma ética com o meio ambiente será necessário repensar escolhas, participar de ações que promovam a preservação e sustentabilidade e concomitante promoção de soberania alimentar. Atualmente existe a necessidade de construção de currículos sensíveis a temas sociais e ambientais marcados no contexto de uma percepção científico-tecnológica

crítica, tendo em vista a influência cultural da tecnologia capitalista na sociedade e os perigos que esta influência pode trazer para o ambiente e para a vida em sociedade. Apoiados em trabalhos existentes na literatura, introduzimos no ensino de ciências o tema café, o qual é de importância social que envolve questões controversas e é capaz de explicitar as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

7. Considerações finais

O cultivo do café em Timor Leste é uma tecnologia social de agricultura familiar de natureza tradicional que pode ser abordada na educação Científica, Matemática e Tecnologia em termos das relações CTSA, como uma estratégia poderosa para uma formação integral de cidadãos para lidar de forma equilibrada as questões socioambientais.

Partir de um tema que favoreça ao estudante perceber as interrelações CTSA, desenvolve a capacidade de compreensão ampla dos conhecimentos específicos, superando a falsa percepção de neutralidade promovida pela ciência moderna eurocêntrica.

Essa formação integral envolve a aprendizagem das dimensões dos conteúdos científicos, que pode ser realizada a partir de casos contextualizados pela abordagem CTSA. Apresentamos a abordagem da produção de café em cooperativas, para uso na educação científica de nível secundário e terceiro ciclo, sob uma perspectiva de Educação CTSA. Discutimos, além disso, meios para sua aplicação em sala de aula. Partimos da compreensão de que, nas comunidades tradicionais, a degradação ambiental e a erosão de elementos da identidade cultural contribuem concomitantemente para a desagregação destes grupos sociais, conduzindo-os a consolidar posições de dependência e impotência frente ao modo unilateral de produtivismo capitalista.

A partir das ideias desenvolvidas no presente trabalho, de futuras experiências em sala de aula e de interação com professores de ciências, esperamos aprimorar o uso dessa estratégia para

preparar cidadãos para ações sociopolíticas sobre problemas socioambientais que, dessa forma, contribuam para a melhoria das condições sociais e ambientais e para a emancipação social.

Referências

Agência Brasileira de Cooperação (2024). Formação de Educadores em Práticas Agroecológicas: Centro de Estudos de Paz, Conflito e Social da Universidade Nacional Timor Lorosa'e. Projeto de cooperação internacional UFSC/UNTL (publicação interna).

da Costa, M. S. (2012). *Análise da competitividade do café em Timor Leste em função da acessibilidade das plantações*. Doctoral dissertation, Universidade dos Açores, Portugal.

CESO CI, SA. (2013) Estudo sobre o Mercado de Timor-Leste. Associação Industrial Portuguesa - Ferias, Congressos e Eventos

Guterres, V., Henriques, P. D. D. S., Sequeira, P., Carvalho, M. L. D. S., & Tavares, M. (2010). Comercialização Interna e Externa de Café em Timor Leste: o Caso da Empresa Timorcorp LTD. IV Congresso da APDEA.

Henriques, P. D., & Carvalho, M. L. D. S. (2013). A produção de café em Timor-Leste e a sua comercialização.

Henriques, P. D., Carvalho, M. L. D. S., Narciso, V., Deus, C. D. C. D., & Lucas, M. R. (2014). O papel da agricultura familiar e a produção de café em Timor-Leste.

Capítulo 14

Abordagens CTS e a temática do Lixo Eletrônico no Ensino de Ciências: reflexões a partir de uma oficina de Educação Ambiental em perspectiva geopolítica

Wesley Diogo de Assis

Victor Bianchetti

Carminê Inês Acker

Suzani Cassiani

Introdução

Durante a Guerra Fria, as tensões entre União Soviética e Estados Unidos intensificaram as disputas voltadas principalmente sobre desenvolvimento industrial, tecnológico e científico, especialmente com o lançamento do satélite Sputnik 1. No contexto ocidental a prática científica foi transformada de forma a favorecer o modelo de desenvolvimento econômico capitalista. Esse contexto contribuiu para o aumento da produção de inseticidas para combater diversos tipos de insetos e parasitas presentes em áreas agrícolas visando maior produtividade do setor agrícola de forma rápida, assim, o departamento de Agricultura dos Estados Unidos anunciou a pulverização do inseticida Diclorodifeniltricloroetano (DDT), criado na Segunda Guerra Mundial (Lear, 2009).

Com o uso indiscriminado dessa substância, Rachel Carson, ecologista norte-americana, denunciou os perigos do modelo de desenvolvimento econômico capitalista, centralizando críticas sobre os impactos sócio-ambientais da produção tecnocientífica, voltando

os olhares para a utilização excessiva e em quantidades indefinidas de inseticidas como o DDT. Na mesma perspectiva, Carson reúne e analisa diversas documentações e pesquisas que evidenciaram que o uso do agrotóxico não estava matando apenas os insetos, mas também outros seres vivos, como aves, bem como provocando a contaminação em massa de moradores das regiões afetadas.

Rachel Carson a partir dessa investigação, publicou, em 1962, a obra *Primavera Silenciosa*. O livro busca fazer denúncias acerca dos impactos socioambientais causados pela pulverização do DDT nos Estados Unidos, articulando os dados de pesquisas e as documentações citadas anteriormente. Com a ampla divulgação do livro no contexto pós 2ª Guerra Mundial, Carson recebeu diversas críticas e ataques a sua obra, sendo acusada de não seguir os “métodos científicos válidos”, sendo apontada por parte da academia como uma pseudocientista (Souza, 2021).

O conjunto de reflexões propostas por Carson e os questionamentos realizados por pesquisadores europeus e norte-americanos que desenvolveram após a 2ª Guerra Mundial o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). No contexto latinoamericano, o movimento CTS se desenvolve a partir dos olhares de pensadores que atentam para o contexto dos países da periferia global e como esses países produzem conhecimento científico, tendo em vista a influência do ocidente e países industrializados sobre essa produção. Portanto o Pensamento Latino Americano sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (PLACTS) crítica principalmente as relações de dependência de países considerados “não desenvolvidos” e os dominantes em relação ao conhecimento científico e tecnológico (Linsingen, 2008)

Esse recorte histórico mostra a complexidade da produção científica e tecnológica, evidenciando como as questões sociais, ambientais, políticas e ideológicas estão envolvidas no processo histórico do “fazer ciência”, o que leva-nos a questionar sobre “Quem pode fazer ciência?”, “Para quem serve a produção científica?” e “Quais elementos validam o conhecimento científico na sociedade?”. Quando olhamos para esses questionamentos,

podemos pensar nos responsáveis pela produção científica hegemônica, define os paradigmas que cercam os conceitos e sentidos sobre sustentabilidade, crise socioambiental e a própria Educação Ambiental.

Além das possíveis reflexões que podemos fazer sobre a produção de conhecimento científico, olhando para o recorte do caso de Rachel Carson, é possível analisar como os impactos ambientais estão vinculados às relações étnico raciais. No cerne dessa discussão, surge o conceito de Racismo Ambiental.

A partir de movimentos feitos por comunidades afro-norte-americanas, com destaque para representantes desses movimentos, como Benjamin Chaves, foi desenvolvido o conceito de Racismo Ambiental (Herculano, 2008). Esse conceito de Racismo Ambiental se desenvolveu a partir de denúncias realizadas sobre distribuição desigual de resíduos sólidos perigosos e emissão de gases potencialmente tóxicos que eram acumulados em regiões periféricas, onde se concentrava grande parte da população não branca no país.

Além da disposição desigual de poluentes nas regiões periféricas, Ferdinandi (2021) destaca o colonialismo e o imperialismo como formas históricas de Racismo Ambiental, tendo compreensão de que esse movimento expansionista é caracterizado pela exploração dos recursos naturais, expulsão e escravização dos povos tradicionais como produto da crise civilizatória.

Quando olhamos para a problemática do lixo eletrônico em uma perspectiva geopolítica, essas relações históricas de racismo ambiental, colonialismo e imperialismo também se fazem presente. Nas próximas seções será apresentado como países do Norte Global utilizam de manobras econômicas para depositar resíduos eletrônicos em países do Sul Global, reforçando atos de racismo ambiental em nível global.

Geopolíticas e resíduos eletrônicos: uma análise sobre neoliberalismo e as relações de racismo ambiental

Desde o advento da computação em 1980 a produção de equipamentos eletrônicos teve um crescimento absurdo. Até 2003, aproximadamente 110 milhões de toneladas de *Personal Computers* (PCs) se tornaram obsoletos (Nnorom; Osibanjo, 2008) sendo considerado resíduo eletrônico. Até 2004 os países participantes da União Europeia, já produziam entre 5 a 20 kg de lixo eletrônico anualmente por habitante. No mesmo período, os Estados Unidos foi responsável pela produção de 7 milhões de toneladas de *Cathode Ray Tubes* (CRTs) presentes em TVs e monitores (Musson *et al.*, 2000) e 130 milhões de toneladas de telefones celulares.

Países como Estados Unidos, constituintes da União Europeia e Japão, entre 1994 e 2005, foram responsáveis pelo descarte de aproximadamente 718.000 toneladas de chumbo, 1.363 toneladas de cádmio e 287 toneladas de mercúrio proveniente de diversos tipos de eletrônicos presentes em lixo eletrônico (Widmer *et al.*, 2005). Entre os metais potencialmente tóxicos, Pb, Cd e Hg possuem maior poder de acumulação nos organismos e conseqüentemente causam mais danos às diversas formas de vida.

Com a miniaturização de aparelhos eletrônicos como celulares, que possuíam 350 g em 1994 e passaram a ter 80 g em 2005, juntamente com a estratégia neoliberal da indústria de utilização da obsolescência programada que reduziu a vida útil de *Central Processing Unit* (CPU) de PCs de 5 anos para 2 ou 1 ano, fez com houvesse uma superprodução de resíduos eletrônicos nos países desenvolvidos (Pickren, 2014), criando um fluxo de resíduos eletrônicos de países desenvolvidos para países em desenvolvimento como China, Paquistão, Índia, Vietnã e Philipinas, que se tornaram grandes centros de reciclagem (Lu *et al.*, 2015).

Até 2018, a República Popular da China, era o país que mais recebia resíduos eletrônicos de países do Norte Global do mundo, essa movimentação transfronteiriça ocorria de forma de ilegal desde a década de 1990. Porém em 2018, o país bloqueia a

passagem de navios de resíduos que vinham do ocidente e fecha as rotas do mar do sul para impedir a migração de resíduos perigosos ilegais, essas medidas fazem parte do que Isabella Weber (2023) apresenta sobre como as reformas contra “Terapia de Choque” ou neoliberalismo na China teve grande importância para o combate as intervenções imperialistas feitos pelo ocidente.

Com o bloqueio da China sobre a movimentação transfronteiriça de resíduos perigosos, países como Estados Unidos e países europeus intensificaram o envio de resíduos, principalmente eletrônicos para países do continente africano como Gana e Nigéria, que atualmente são considerados os países que mais acumulam resíduos eletrônicos no mundo. A partir de 1994, países africanos como Gana e Nigéria se tornaram vítimas da importação de resíduos eletrônicos. A região de Accra, em Gana, é o principal país do Sul Global receptor de lixo eletrônico, sendo conhecido como “inferno eletrônico”, um dos maiores lixões do mundo (The Guardian, 2019).

A intensificação da importação de resíduos eletrônicos ocorreu em 2004 em Gana, quando as taxas de importação para produtos de segunda-mão foram reduzidas, principalmente para a Indústria da Tecnologia da Informação (TIC) vindas do Norte Global. Assim, containers com equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE) de segunda-mão, que deveriam ser destinados à população da região, juntamente com resíduos eletrônicos, foram trazidos, mostrando a ilegalidade e a negligência dos países do Norte Global, o que vai contra as políticas desenvolvidas desde 1989 na Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos, que representam 147 países que enviam EEE e resíduos eletrônicos para Gana (Santos, 2017).

Desta forma, Gana se tornou o principal destino de lixo eletroeletrônico do mundo e, para que sejam reciclados, principalmente no caso dos metais presentes nos resíduos, podem ser realizados os processos de pirólise e lixiviação ácida. Porém, no caso de Gana, esses processos são realizados a céu aberto, sem nenhuma das condições mínimas de proteção, como equipamentos

de proteção individual e coletiva e maquinários necessários. Devido às más condições fornecidas para a reciclagem de eletrônicos, a queima do plástico é feita nos lixões, liberando gases tóxicos na atmosfera juntamente com dioxinas. Além disso, o processo de extração de metais a partir de oxidação utilizando ácido sulfúrico ocorre, em grande parte, perto de corpos de água que são contaminados por metais potencialmente tóxicos (Oteng-Ababio, 2010).

Assim como em Gana, na Nigéria, países do Norte Global enviam containers com toneladas de resíduos eletrônicos, principalmente para a cidade de Lagos. Assim, desde 2012, o país está na segunda posição de países que mais importam lixo eletrônico (Isimekhai, *et al*, 2017). A União Europeia adotou um Plano de Ação para a Economia Circular em 2015 e que foi revisado em 2020, que determinou que a exportação de resíduos sólidos só pode ocorrer caso os países importadores tenham condições adequadas para a "reciclagem formal" (Thapa, 2022). Porém, desde 2016 a Nigéria tem sido o principal destino do lixo eletrônico dos países europeus, estima-se que 11% dos resíduos enviados para o país são eletrônicos.

Já no Brasil, os primeiros registros de exportação ilegal de resíduos sólidos se deu em 2009, quando foram encontrados aproximadamente 1600 toneladas de resíduos sólidos em containers nos portos de Santos/SP e Rio Grande/RS, vindos da Inglaterra. Os resíduos presentes nos 89 containers trazidos pelo Reino Unido, eram em sua totalidade resíduos domiciliares, sacolas plásticas, lixo hospitalar, pilhas, computadores, brinquedos, fraldas sujas, além dos insetos e animais presentes nos containers (Diniz Júnior, 2016; Ruschel, 2021). A partir de 2010, a Alemanha exporta para o Brasil resíduos industriais para cooperativas do país realizarem a reciclagem desses resíduos. Porém, ao invés de enviar apenas resíduos industriais, a Alemanha envia nos containers embalagens de produtos de limpeza e alimentos, resíduos domiciliares, fraldas descartáveis sujas e restos de ração de animais (Diniz Júnior, 2016)

Entre os períodos de 2011 a 2013, os Estados Unidos enviaram aproximadamente 90 toneladas de resíduos hospitalares para diversos portos brasileiros. Além disso, Espanha, Canadá e Inglaterra enviaram, no mesmo período, mais 160 toneladas de lixo hospitalar juntamente com resíduos da indústria têxtil e roupas vindas de lixos de hotéis da Espanha (Jesus, 2022).

A partir de 2014, diversas medidas foram tomadas pelo IBAMA para conter o avanço de navios ilegais nos portos brasileiros, realizando apreensão desses navios e impedindo a entrada de containers contaminados por resíduos perigosos. Porém, através da política entreguista do governo Bolsonaro, o Brasil permitiu em 2020, que os EUA enviassem aproximadamente 1,1 mil toneladas de resíduos hospitalares que vinham de hospitais particulares da Flórida. Em 2021, 14 países europeus, EUA e República Dominicana enviaram 68 containers para os portos paulistas contendo resíduos plásticos e papelão, totalizando 75 toneladas por container (Ruschel, 2021).

Essas relações entre Norte e Sul Global sobre a movimentação transfronteiriça de resíduos perigosos apresenta como as políticas neoliberais em nível global abrem portas principalmente para atos de racismo ambiental. As relações geopolíticas em relação a temática dos resíduos ou lixo eletrônico, se trata da história de reformas de mercado voltados aos interesses do liberalismo estadunidense-europeu que incentiva iniciativas de sanções econômicas e bloqueios tecnológicos a fim de criar monopólios e manter as estruturas de produção e consumo capitalista e para que toda essa conjuntura perdura, os resíduos gerados dessa produção precisam necessariamente direcionados para regiões periféricas não apenas porque esses “impérios” não podem arcar com os custos do tratamento de resíduos perigosos mas também se deve ao fato que as raízes do capitalismo precisam se manter fortes com bases em ciclos de violência contra populações não-brancas e a própria mãe natureza.

Mas destacamos também, que para compreender a geopolítica e a história que envolve a movimentação de resíduos eletrônicos

para países como Gana, Nigéria, China e Brasil, é preciso olhar para a história de resistência dos povos dessas nações frente aos atos de racismo ambiental promovidos por países imperialistas que apenas enxergam o Sul Global como os lixões. Tendo em vista o contexto geopolítico e histórico da temática do lixo eletrônico, é nítido a complexidade e a profundidade das contradições presentes, nas próximas seções será realizado análise de artigos científicos voltados para práticas de educação ambiental que trabalhem com a temática do lixo eletrônico a fim de trazer reflexões sobre as perspectivas abordadas sobre a tema.

Encaminhamentos metodológicos

Como foi apresentado anteriormente, o presente trabalho pretende analisar os discursos ecológicos em artigos voltados às abordagens CTS e trabalhem com a temática do lixo eletrônico por meio de atividades de Educação Ambiental, desta maneira o trabalho se desenvolveu em caráter qualitativo e foi realizado uma revisão e para dar base a análise, foi criado diferentes categorias, assim a pesquisa se dividiu em três etapas fundamentais: (I) Busca por trabalhos e artigos; (II) Criação dos critérios de inclusão; (III) Análise dos artigos.

Na primeira etapa, foi realizada a pesquisa de artigos científicos voltados para abordagens CTS e a temática do lixo eletrônico. A busca dos trabalhos foi feita no Portal de Periódicos da CAPES, com foco em artigos em português. Desta forma foi usado a ferramenta de busca avançada, colocando as palavras-chaves “Educação Ambiental” e “Lixo eletrônico”, sendo selecionado apenas os artigos revisados por pares. Já na segunda etapa foram criados os seguintes critérios de inclusão: Trabalha com Educação Científica; Aborda a temática do lixo eletrônico; Relata ou investiga as atividades voltadas para Educação Ambiental focadas na temática do lixo eletrônico. Logo, dos artigos encontrados, três trabalhos se encaixam nos critérios de inclusão elencados anteriormente.

Na terceira etapa, foi analisado cada artigo encontrado, e foi identificado como as intervenções de Educação Ambiental foram realizadas por meio dos relatos presentes nos artigos e de forma a analisar os sentidos empregados no discurso presente nos relatos das atividades nos artigos científicos voltados para a educação ambiental e a temática do lixo eletrônico, lançamos mão da Análise de Discurso. De acordo com Orlandi (2007), que propõe a AD como forma de analisar o processo discursivo, a AD é uma possível ferramenta analítica que pode permitir ao pesquisador visualizar amplamente a materialidade sobre as relações do sujeito, linguagem e história no discurso.

Desta maneira, neste trabalho, a AD é utilizada como uma ferramenta analítica para análise de recortes de artigos científicos com enfoque em relatos de Educação Ambiental e que tratam de temáticas sobre lixo eletrônico, tendo em vista as relações entre a linguagem, a memória e o contexto da formação do discurso. Dessa maneira, é importante ter algumas noções a respeito da conjuntura sociohistórica e ideológica como os diferentes momentos políticos de cada período histórico e os paradigmas ocidentais hegemônicos (Orlandi, 2002).

Nesse sentido, é importante salientar que perspectivas liberais, críticas ou decoloniais no discurso podem estar presentes em trabalhos acadêmicos, atrelados às diferentes ideias sobre as soluções para a geração de resíduos eletrônicos relativas a práxis de Educação Ambiental. Então, centrando novamente os olhares para as exterioridades e os sujeitos é essencial pensar que o discurso ambiental desses sujeitos, considerando as condições de produção científica e tecnológica sobre sustentabilidade, pode apresentar ideologias baseadas na repetição do discurso hegemônico (Paráfrase) ou em um discurso que se distancia dos paradigmas dominantes (Metáfora).

Análises dos artigos e categorização

Os artigos encontrados na busca, tinham como foco de relatar intervenções voltados para a construção de sequências didáticas, visitas técnicas, discussões por meio de questionamentos chaves, construção de objetos artísticos com lixo eletrônico. Desta forma os autores, fazem reflexões acerca da problemática do descarte inadequado de resíduos eletrônicos, geração de lixo eletrônico e obsolescência programada, apresentando como esses assuntos relacionados à temática foram aplicados em suas experiências e atividades de Educação Ambiental.

Desta forma, foram selecionados alguns trechos (T) de artigos (A) voltando os olhares para os discursos ambientais sobre lixo eletrônico presentes nos trabalhos, principalmente para as bases teóricas, resultados e reflexões apresentadas ao longo do trabalho. Assim os trechos dos artigos que serão apresentados, são classificados da seguinte forma: TAN = Trecho do Artigo N (N se refere ao número do artigo, 1, 2 e 3). A seguir será realizado a análise dos trechos relacionados às perspectivas sobre a problemática do lixo eletrônico.

Análise sobre as perspectivas dos autores sobre a temática do lixo eletrônico

Sobre matemática do lixo eletrônico, é possível observar no trecho do artigo 2, discorre sobre a obsolescência programada como uma técnica que define o tempo útil dos eletrônicos produzidos e como se tornam obsoletos, destacando o consumismo e a produção de resíduos.

TA2 - "A obsolescência programada permite que os eletrônicos produzidos tenham tempo útil pré-determinado, após esse período, os aparelhos tornam-se obsoletos em relação ao funcionamento, à comodidade no seu uso, à duração da bateria, ao software que o alimenta, o que acaba por se tornar um convite à aquisição de um novo produto, desenvolvendo assim uma sociedade do consumismo que acaba produzindo maior quantidade de lixos eletrônicos sem descarte adequado."

A partir deste trecho apresenta as relações entre obsolescência programada e produção de lixo eletrônico, citando as relações de consumismo na sociedade como cerne dos problemas do descarte inadequado. Porém, é notório que os autores tratam de forma rasa sobre o que seria essa “sociedade do consumismo” pois a temática não aparenta ser tratada como um problema estrutural típico do sistema capitalista. No seguinte trecho do mesmo artigo, os autores continuam abordando a problemática da sociedade do consumismo, destacando a importância de refletir sobre as atitudes da população.

TA2 - “É necessário refletir sobre as atitudes da sociedade atual, pois ao mesmo tempo que consumimos novos produtos, novos recursos naturais estão sendo extraídas e novos danos ao ambiente estão sendo realizados, principalmente no âmbito da poluição dos solos e das águas pela deposição de materiais tóxicos e outras matérias usadas para a produção de aparelhos eletrônicos”

Neste trecho os autores reforçam a importância em refletir sobre as atitudes da sociedade em relação a produção e consumo de eletrônicos e a extração de recursos naturais para manter essas relações econômicas. No entanto os autores citam a necessidade de refletir sobre “atitudes da sociedade” dando a ideia de que toda a população, independentemente do contexto, atua nos modos de produção e contexto em uma perspectiva também individualista, noções estas que carregam um discurso que responsabiliza inclusive a classes populares pelo consumismo e a produção desenfreada de eletrônicos. Ainda na perspectiva que os autores apresentam sobre a importância de trabalhar a temática do lixo eletrônico, no trecho do artigo 1, os autores conversam sobre a possibilidade de formar estudantes mais responsáveis e críticos.

TA1 - “A inserção da temática do Lixo Eletrônico é especialmente importante na geração de alunos que está sendo formada. Pois, estes podem ser agentes disseminadores, críticos, responsáveis e comprometidos com um mundo no qual emerge e urge a necessidade de sustentabilidade. Com isso, impactará positivamente o conhecimento dos estudantes, gerando maior nível de consciência e

sustentabilidade, para desencadear o senso de responsabilidade em relação ao meio ambiente que está em constante evolução”

Os autores no TA1 destacam a grande importância da temática do lixo eletrônico para a formação de agentes críticos, responsáveis com a sustentabilidade. Por mais que os autores citam a necessidade de formar estudantes críticos, a noção de “senso de responsabilidade” e “conscientização” muitas vezes vem carregada de sentidos voltados também ao individualismo que reforçam a visão liberal que não contempla as relações de classe e o racismo presentes no contexto da temática como foi apresentado nas seções anteriores. No seguinte trecho do artigo 3 foi apresentado também as possibilidades de trabalhar a temática do lixo eletrônico e apresenta um pouco sobre como o modelo de sociedade gera diferenças sociais.

TA3 - *“Segundo Calvão et al. (2009), as recorrentes discussões sobre o assunto lixo eletrônico permitiu entender que apenas cuidar da reciclagem não soluciona o problema. É necessário um esforço da sociedade no sentido “de educar para reciclar com a finalidade de preservar”. O modelo de sociedade que faz do cidadão um consumidor de produtos, apenas se justifica para criar a escassez que alimenta a rede financeira como geradora das diferenças sociais.”*

No trecho TA3, os autores apresentam uma perspectiva interessante, afirmando que o atual modelo de produção e consumo gera diferenças sociais, desta forma, soluções baseadas não servem para superar as contradições, mas, sim, o ato de educar para reciclar e preservar. Por mais que o discurso apresente a necessidade de superação de uma suposta “sociedade de classes”, ainda traz sentidos voltados a individualização das soluções, pois retorna as ideias de que os problemas da geração de lixo eletrônico pode ser combatido sem nenhuma perspectiva histórica, geopolítica e as relações de racismo ambiental em nível global. Em outro trecho do artigo 3 descreve a premissa do trabalho e discorre sobre alguns objetivos ao trabalhar a temática do lixo eletrônico.

TA3 - *“Dessa forma, este trabalho parte da premissa de que as ações que buscam produzir conhecimentos e sensibilizar a respeito de práticas ecologicamente corretas podem causar impactos no processo de decisão dos indivíduos, no sentido de influenciar a compra e o descarte do lixo eletrônico. Assim, cada adolescente ou jovem pode interferir neste processo, contribuindo com a difusão do conhecimento e atuando como disseminadores de informação a respeito do descarte ecologicamente correto do lixo eletrônico”*

Neste trecho do artigo 3 os autores retornam a citar a possibilidade de formar indivíduos que tenham conhecimento das práticas “ecologicamente corretas” sobre descarte de lixo eletrônico. Essa maneira de idealizar atitudes ecológicas é genérica e não condiz com a atual conjuntura geopolítica e social, principalmente pensando no contexto dos países do Sul Global.

Considerando as perspectivas dos autores sobre a temática do lixo eletrônico, é perspectiva a falta de uma visão mais ampla em torno das complexidades, desde os contexto geopolítico, até as relações de apagamento dos povos por meio de atos de racismo ambiental como o despejo ilegal de resíduos eletrônicos em países latino-americanos, africanos e asiáticos. Portanto, é notório a necessidade de desenvolvimento de trabalhos que busquem refletir sobre as contradições que envolvem o consumismo, relações do neoliberalismo e a produção de eletrônicos e o despejo de resíduos perigosos em regiões onde se concentram maior parte das populações não-brancas.

As perspectivas apresentadas pelos autores sobre problemas ambientais como o descarte inadequado de lixo eletrônico não apresenta as relações geopolíticas e não carrega críticas contundentes ao sistema que mantém os problemas socioambientais acontecendo de forma direcionadas as nações do Sul Global, desta forma Sant’Anna e Moreira (2016) mostram os desafios de trabalhar a geopolítica e as relações internacionais sobre problemas socioambientais em escala global, destacando que um dos desafios de abordar essas perspectivas está relacionado à visão conservadora que se faz presente em diversas áreas que abordam Ecologia e Educação Ambiental e que consolida

paradigmas reducionista sobre as possíveis soluções para a crise ambiental. Em concordância com os autores supracitados, Leff (2015), enfatiza que a compreensão da complexidade da crise socioambiental é importante que haja construção de conhecimento coletivo e que considere as relações de desigualdades entre países considerados “desenvolvidos” e “subdesenvolvidos”.

Levando em conta essas considerações, se faz necessário compreender como os conhecimentos sobre a temática foram desenvolvidos nas intervenções de Educação Ambiental pelos autores, desta forma faremos uma análise sobre os sentidos carregados nos resultados e as reflexões apresentadas nos artigos.

Análise das atividades, Resultados e reflexões dos trabalhos

Nesta seção pretendemos analisar os resultados e as reflexões dos autores em relação às suas práticas de Educação Ambiental com a temática do lixo eletrônico, de forma a compreender como essas atividades na perspectiva dos autores contribuíram para a formação dos estudantes e identificar quais os possíveis sentidos os estudantes formaram com o desenvolvimento destas práticas.

No artigo 1, foi apresentada uma atividade, de construção de objetos com resíduos eletrônicos durante uma atividade de Educação Ambiental, junto a este objetos os estudantes criaram um cartaz com a seguinte frase descrita em TA1.

TA1 - *“Reciclar é recriar”*

A frase “Reciclar é recriar” pode nos trazer questões sobre quais contextos inseridos neste discurso, pois, quando olhamos para contexto de Gana e Nigéria e o próprio contexto latino-americano, o desenvolvimento de cooperativas ou empresas de reciclagem são adaptados aos interesses do capital, que contribui para a precarização do trabalho e o manutenção de condições desumanas a estes trabalhadores.

Desta forma, considerando o contexto do Sul Global é possível considerar que reciclar é recriar? Catadores e recicladores de resíduos eletrônicos que atuam trabalhando em condições desumanas, estão nestas condições por que querem recriar? Apenas essa pequena frase possui grande impacto de sentido, pois, mostra como o discurso neoliberal pode ser reproduzido pelos estudantes, principalmente quando projetos e atividades de Educação Ambiental repetem os discursos hegemônicos.

No artigo 2 os autores realizaram uma atividade de Educação Ambiental que resultou na produção de folders de conscientização e incentivo ao descarte correto de lixo eletrônico e através dessas atividades, alguns estudantes citaram algumas vantagens ecológicas e econômicas no descarte correto de resíduos eletrônicos. Um dos folders produzidos citavam as quatro razões para descartar corretamente o lixo eletrônico como podemos observar no TA2.

TA2 - "4 Razões para você dar seu eletrônicos usados: 1 Salvar recursos naturais; 2 Proteger o ambiente; 3 Economizar energia; 4 Evitar gases do efeito estufa."

Ao olharmos para as quatro razões citadas pelos estudantes como a razão 1 "Salvar recursos naturais" não é compatível com a realidade, visto que cooperativas, empresas e instituições de pesquisa que destinam corretamente os resíduos eletrônicos, utilizam técnicas de reciclagem como a pirometalurgia, hidrometalurgia e eletrometalurgia não garante a reciclagem de 100% do metais por exemplo. Além do fato que é impossível recuperar totalmente os elementos retirados da natureza, muitos resíduos eletrônicos direcionados para centros de logística reversa de grandes empresas como as big tecks são enviados de forma ilegal países como os já citados anteriormente.

Assim como a razão 1, a razão 2 "Proteger o ambiente" é contraditório visto que o contexto geopolítico sobre a movimentação de resíduos eletrônicos mostra que países do Norte Global depositam esses resíduos em lixões a céu aberto em outros

países gerando diversos problemas socioambientais. Desta forma é nítido a presença de uma visão romantizada sobre o tema.

Quando olhamos para a razão 3 “Economizar energia”, faz referência ao fato de que eletrônicos quanto mais tempo de uso, maior é o gasto de energia no momento de recarga, devido principalmente a perda de cátions responsáveis pelo transporte de elétrons, processo que ocorre em diversos tipos de baterias, ou até mesmo pela processo de oxidação das trilhas condutoras de um eletrônico. Porém esse argumento utilizado no folder apenas se encontra como uma adaptação a própria forma de produção e consumo, visto que essa razão para o descarte adequado apenas incentiva a compra ou troca de eletrônicos para substituir os eletrônicos usados por um novo, enquanto, isso o lixo gerado pode acabar caindo no mesmo ciclo de exportação ilegal.

Na quarta razão “Evitar gases do efeito estufa” se trata de mais uma questão problemática, principalmente pensando que o método de reciclagem ainda mais utilizados, são as técnicas pirometalurgia, método que se baseia na queima de compostos orgânicos para a separação de metais, o que leva a produção de diversos gases do efeito estufa e que muitas das vezes é feito em lixões a céu aberto.

Com a análise de algumas atividades relatadas nos artigos, a seguir, serão analisadas as reflexões dos autores sobre os resultados das ações de Educação Ambiental.

TA1 - *“Após análise da sequência didática, considera-se que o objetivo de sensibilizar os estudantes quanto a contaminação proveniente do lixo eletrônico foi atingido parcialmente, isto pois eles demonstraram interesse pela temática e por metodologias de ensino diversificadas. Porém, mesmo sabendo identificar as fontes de contaminação, tendo conhecimento dos processos envolvidos e dos prejuízos associados, ao final das atividades, atitudes habituais de não descartar corretamente os resíduos puderam ser observadas.”*

TA2 - *“Essas ações permitiram sensibilização dos estudantes sobre o consumismo, questão de obsolescência programada dos eletrônicos com um pensamento voltado a reduzir, reciclar e reutilizar de forma a preservar e cuidar a sociedade e o meio ambiente.”*

TA3 - *“A consciência da população para um consumo consciente é um desafio tão forte quanto o desenvolvimento tecnológico de soluções para o lixo eletrônico (OLIVEIRA; GOMES; AFONSO, 2010). O consumo consciente é promovido por meio de hábitos repensados. No entanto, precisamos alterar nossas ações, de forma a preservar o ambiente, delegando responsabilidades e assumindo consequências criadas por nossos atos. Neste contexto, o papel da escola é imprescindível, no sentido de problematizar e despertar em crianças, adolescentes e jovens noções sobre o meio ambiente e a importância da sua preservação”*

As reflexões presentes nos trechos dos artigos 1, 2 e 3, citam que os objetivos das intervenções foram contempladas total ou parcialmente, destacando que os estudantes de forma geral se sensibilizaram com a temática e tomaram consciência sobre as formas de consumo e produção e descarte correto, porém afirmam alguns indivíduos não mudaram totalmente suas atitudes. Novamente as perspectivas dos autores em relação às soluções sobre o tema do lixo eletrônico está voltada a uma ótica individualista, principalmente ao citar conceitos como: consumo consciente, mudanças de hábitos e reduzir, reciclar e reutilizar.

Para trazer reflexões sobre os sentidos carregados em relação ao papel da Educação Ambiental ao trabalhar a temática do lixo eletrônico, destacamos as ideias de Loureiro (2004) sobre as perspectivas da Educação Ambiental, que afirma que a mesma muita das vezes pode ser trabalhada por meio de uma ótica conservadora, cria barreiras que limitam o entendimento de educadores e estudantes, levando a construção de perspectivas que visam a buscar soluções para os problemas socioambientais baseados nas tendências liberais de instituições e organizações que estão a serviço do sistema de acumulação de capital e que coloca a responsabilização total da crise socioambiental na classe trabalhadora ao invés dos grandes detentores do capital (Loureiro, Layrargues, 2013).

Oficina de educação ambiental sobre lixo eletrônico: abordagem CTS e geopolítica no ensino de ciências

Com o objetivo de trazer novas perspectivas sobre a temática do lixo eletrônico vinculado a práticas de Educação Ambiental, será apresentado nas próximas seções, experiências vivenciadas pelos autores de uma oficina de Educação Ambiental com o tema lixo eletrônico voltadas para as abordagens CTS, destacando o processo de construção das atividades, relatar a aplicação da oficina e apresentar a análise de dados que mostre as contribuições de trabalhar as relações geopolíticas e de racismo ambiental sobre o tema do lixo eletrônico.

Sobre o contexto da pesquisa e o desenvolvimento da oficina

As atividades que compuseram a oficina foram construídas em conjunto com dois projetos, um de pesquisa, intitulado “Lixo eletrônico como temática para oficinas de Educação Ambiental: um estudo qualitativo sobre as contribuições para a formação cidadã crítica de estudantes do ensino médio.” e outro de extensão, intitulado “O consumismo e a produção de lixo eletrônico como temáticas para oficinas de educação ambiental crítica em escolas da rede pública da região de Criciúma/SC”, ambos com apoio financeiro do Instituto Federal de Santa Catarina. Por meio dos projetos, foram realizados estudos teóricos acerca da EAC para dar base à elaboração das atividades. Foi realizado o contato com o professor de química da escola público alvo da oficina - a Escola de Educação Básica Antônio Colonetti (EEBAC) - e, a partir de reuniões semanais com o grupo do projeto e, em alguns momentos, com o professor da escola receptora, foram escolhidas duas turmas do primeiro ano do ensino médio para a intervenção (28 alunos). A oficina foi desenvolvida em duas aulas de 100 minutos cada, durante o período de duas semanas. As atividades realizadas nos dois momentos da oficina estão apresentadas no Quadro 01.

Para construir as atividades da oficina de EA baseada em uma perspectiva crítica e transformadora, foi utilizada a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos como forma de promover aos estudantes a oportunidade de vincular os conhecimentos científicos com a realidade de forma crítica. Desta forma, a oficina foi organizada nas três etapas como é proposto por Delizoicov e Angotti (1990): problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Quadro 01: Atividades realizadas na Oficina.

Problematização inicial	-Caça ao lixo eletrônico (Discussão sobre a situação dos catadores de lixo) -Análise e discussão da história em quadrinhos -Problematização sobre a situação mundial e nacional sobre o lixo eletrônico
Organização do conhecimento	-Observação do terrário e lixo eletrônico
Aplicação do conhecimento	-Reflexão sobre os possíveis danos causados pelos PCEs e pilhas no terrário -Aplicação do questionário

Fonte: Autores, 2025

No início do primeiro encontro, foi realizada a atividade “caça ao lixo eletrônico” e para realizar esta atividade, as turmas foram divididas em 4 grupos, sendo que para cada grupo foi dado uma sacola grande com diversos tipos de resíduos (metal, vidro, papel, plástico, madeira e eletrônico). Os estudantes deveriam separar os diferentes tipos de resíduo em caixas (lixeiras), cada caixa tinha uma coloração que representava cada tipo de resíduo, conforme ocorre na coleta seletiva: Amarelo - Metal, Verde - Vidro, Azul - Papel, Vermelho - Plástico, Preto - Madeira e Laranja -

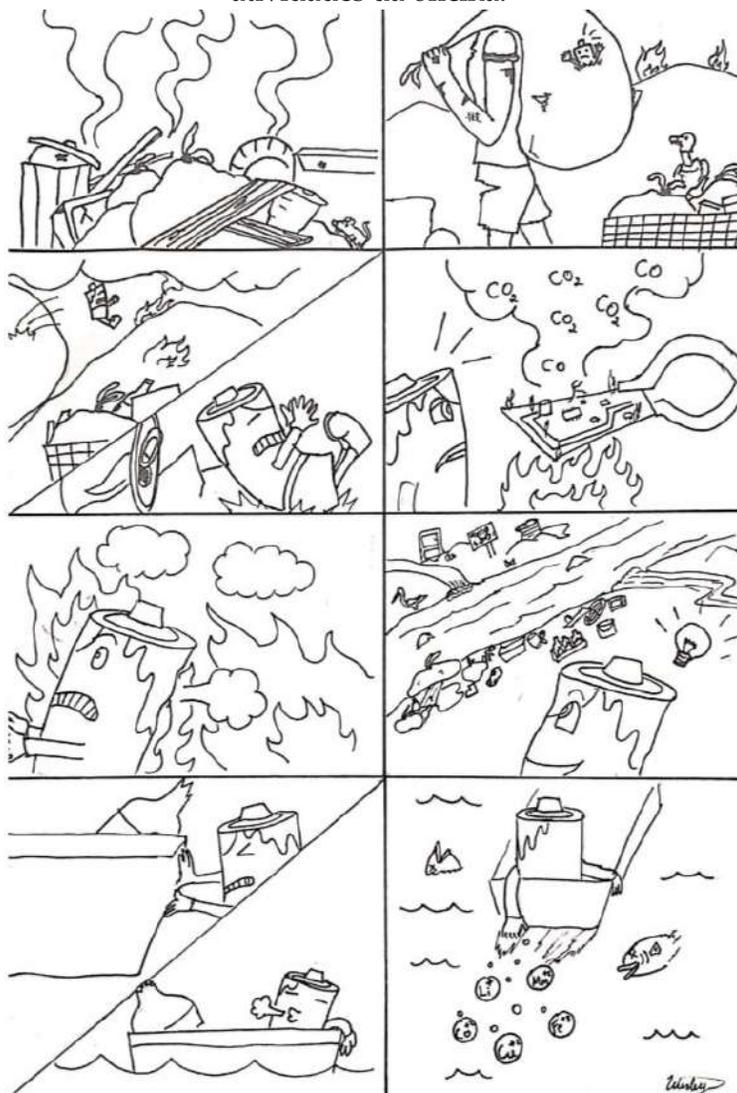
Contaminante. A caixa de cor laranja não foi utilizada nesta atividade, pois o objetivo era que os estudantes debateram entre eles onde poderiam colocar o lixo eletrônico, diante da análise dos materiais que constituem os equipamentos. Após os estudantes separarem os diferentes tipos de resíduos, foram discutidas as escolhas dos grupos para separar cada tipo de resíduo, dando foco para as condições de trabalho dos catadores de lixo imposta pelas grandes empresas e cooperativas de separação e coleta do lixo.

Em seguida, ainda na primeira aula, após os estudantes realizarem a atividade de caça ao lixo eletrônico, foi distribuída uma história em quadrinho para cada grupo de estudantes (ver Figura 01).

Os quadrinhos mostram a história de uma pilha que já foi usada e está danificada, como podemos ver na situação da personagem que está com o fluido (eletrólito) vazando. A personagem está sendo levada para um lixão e ela foge da sacola de lixo e, após isso, ela tenta escapar do lixão para não ser queimada, assim como é feito com outros resíduos eletrônicos para reciclar os metais. Diante dessa situação, a pilha encontra diversos cenários dentro do lixão.

Desta forma, a partir dos quadrinhos, essa atividade teve como objetivo, discutir com os estudantes os cenários que a personagem encontra ao longo da história para refletir sobre as condições de trabalho das pessoas que se encontram nos lixões, como é feita a reciclagem de resíduos eletrônicos e as consequências do descarte inadequado de resíduos perigosos na natureza.

Figura 01¹: História em quadrinhos utilizada em uma das atividades da oficina.



Fonte: Autores, 2022.

¹ A personagem utilizada na história em quadrinhos tem o nome de PIQ, e foi criada em um projeto de Prática como Componente Curricular com a temática de “pilhas”. O projeto foi realizado com turmas da quarta fase em 2020.

No segundo encontro, para fazer a problematização sobre a temática com os estudantes, foram utilizados slides com imagens e notícias que mostram como a exploração das terras nacionais para a extração de metais, como o ouro, têm afetado comunidades indígenas e como os países do Norte Global têm utilizado de meios ilegais para descartar resíduos eletrônicos em países como Gana e China. Para mostrar a situação do país Gana, foi utilizado um vídeo intitulado “Gana - A lata de lixo do Mundo” que mostra as injustiças e crimes que os países do Norte Global cometem contra a população da região de Acra, capital de Gana, enviando ilegalmente resíduos eletrônicos.

Além disso, foi apresentado aos estudantes, um recorte de uma reportagem do canal de televisão Globo, sobre os catadores de lixo no Brasil, dando foco para a vida de uma mulher, mãe de três filhos que trabalha em um lixão no estado do Distrito Federal e conta as suas experiências e as situações desumanas que passa todas as semanas.

Ainda na segunda aula, após a problematização, os estudantes puderam observar dois terrários feitos pelo grupo do projeto. Esses terrários foram feitos em um pote de vidro, onde foram colocados pedras e carvão na base, seguidos de terra e areia, musgo e muda de planta. Para simular um ecossistema contaminado por resíduos eletrônicos, foi adicionado ao terrário, pedaços de PCEs e pilhas danificadas. Dessa forma, os estudantes puderam observar o terrário contaminado com resíduo eletrônico e anotar os principais aspectos do sistema para discutir e responder um questionário sobre a temática. Além desse questionário, foram utilizados outros instrumentos para a produção de dados, os quais estão descritos na seção seguinte.

Resultado da oficina

Neste trabalho, analisamos duas questões realizadas em um questionário durante a oficina, assim consideramos as questões 6 e

7 do questionário que em nossa concepção, possibilitaram maior atividade analítica, quais sejam:

Questão 6 (Q6) - Quais os impactos socioambientais do descarte incorreto do lixo eletrônico?

Questão 7 (Q7) - Quais críticas sociais podem ser feitas a partir da interpretação da charge?

Para identificar as respostas dos estudantes (E) e as questões (Q), as respostas serão estruturadas da seguinte forma: (QN, EN) = Questão número, Estudante número. Desta maneira foram selecionadas as respostas às questões 6 e 7 E algumas falas dos estudantes presentes nas gravações feitas durante a oficina.

Q6, E6 - Afetam a vida de animais e pessoas menos afortunadas pois o lixo vai para na casa delas.

Nessa resposta, destaca-se que o estudante afirma que o lixo eletrônico afeta a vida de pessoas menos afortunadas e que esse lixo vai parar na casa delas, fazendo referência às discussões feitas no segundo dia da oficina, sobre países ricos que enviam resíduos eletrônicos para países empobrecidos e de população não-branca. Essa relação é feita sobre a consequência do descarte de resíduos eletrônicos. Já na resposta E8 é destacado a redução do tempo de vida das pessoas que estão nos aterros devido aos problemas ambientais gerados pelos resíduos eletrônicos.

Q6, E8 - Prejudicar a sobrevivência de seres como: contaminação no solo reduz o tempo de vida nos aterros sanitários

Nessa resposta à questão 6, o estudante cita que “contaminação no solo reduz o tempo de vida nos aterros sanitários”, referindo-se a diminuição da perspectiva de vida das pessoas que trabalham em lixões e aterros sanitários devido a contaminação provocada pelos resíduos. Desta forma, os estudantes 6 e 8 apontam problemas socioambientais e dão indícios de que as consequências do descarte incorreto atingem as pessoas

de maneira desigual, sendo que há uma classe que sofre mais com esses problemas. Sendo assim, esses resultados mostram a importância de apresentar temáticas ambientais em perspectiva crítica para trazer a compreensão das complexidades da crise ecológica e como provocadora de problemas sociais presentes na sociedade, ou seja, a racionalidade crítica pode transformar os olhares sobre como a sociedade se organiza e as injustiças sociais presentes na atualidade (LEFF, 2012).

Para Gonçalves (1990), a sensibilização é essencial para a formação do posicionamento do estudante em relação às questões socioambientais, logo, ao analisar as respostas dos estudantes categorizados em 3A, a oficina pode ter contribuído para a formação deste posicionamento. Segundo Gonçalves (1990, p. 131), “[...] O posicionamento correto do indivíduo frente à questão ambiental dependerá da sua sensibilidade e consequente a interiorização de conceitos e valores, os quais devem ser trabalhados de forma gradativa e contínua [...]”.

Assim, as discussões realizadas durante a oficina de EA indicam ter sensibilizado esses estudantes, pois trouxeram conceitos e valores que possivelmente foram mobilizados no questionário, evidenciando que os sujeitos se apropriaram das discussões sobre a temática.

Em resposta à Q7, sobre as críticas sociais que podem ser notadas a partir da charge, o estudante (E6) respondeu a partir de um questionamento, como é possível observar abaixo:

Q7, E6 - Por exemplo: É justo que apenas pessoas que não tenham boas condições desenvolvam doenças por conta do lixo eletrônico?

Complementando (E6), o estudante (E10) também fala sobre as injustiças trazidas para a sociedade que não tem seus direitos garantidos devido de consumo, como é possível visualizar abaixo:

Q7, E10 - Enquanto uma população usa e abusa dos recursos que lhe sobram, e dizem que esse lixo é de segunda mão enviam para uma população que nem sequer possuem

os direitos humanos intactos. Será que devemos considerar o lixo eletrônico como segunda mão?

A partir das respostas dos estudantes, é possível observar aspectos que apontam as desigualdades e as violências típicas do sistema capitalista e da crise ambiental. Essa percepção da realidade tem grande importância para a formação cidadã crítica, pois assim como afirmam Pessoa e Damásio Jr (2013), a imersão do estudante em temáticas que trazem reflexão sobre as atuais injustiças sociais, estimula a formação de sujeitos questionadores. Destarte, acreditamos que essas reflexões também possibilitam a prática da cidadania em perspectiva crítica e transformadora, indo ao encontro do que propõem Rodrigues, Linsingen e Cassiani (2019).

Além de apontar qual parte da população sofre com o descarte dos resíduos eletrônicos (sendo esse um problema proveniente da crise ambiental), o estudante *E10* critica o sistema de exportação, que considera o lixo eletrônico como um material de segunda mão como forma de legalizar o transporte desses resíduos perigosos para países africanos a partir do questionamento “*Será que devemos considerar o lixo eletrônico como segunda mão?*”. A resposta do estudante *E10* apresenta a importância de refletir sobre as questões étnico-raciais relacionadas às injustiças ambientais, assim como afirma Herculano (2008), mostrar o caráter exploratório do modelo de desenvolvimento econômico e como o racismo é estruturado mundialmente para manter as desigualdades é essencial para a compreensão da realidade. Desta forma, essa crítica apresentada pelo estudante, mostra a necessidade de debates ambientais, como estratégia para discutir estruturas sociais e o atual modelo de desenvolvimento sustentável.

A perspectiva crítica dos estudantes não se mostrou presente apenas nas respostas às questões, mas também durante a oficina de EA, em que um estudante respondeu a uma pergunta do professor que pode nos trazer algumas reflexões, conforme apresentado na transcrição a seguir

P - Por que os países ricos mandam lixos perigosos para outros países? Eles não têm condições para cuidar desse lixo?*

E? - É muito gasto, não vale a pena... aí eles não precisam se importar com o que fazem com o lixo em outro lugar.

P - Isso é justo? É justo que os Estados Unidos mandem lixo para os países africanos, por exemplo?*

E? - Não... é bom só para as empresas deles

As falas do estudante que apontam para os responsáveis pelas violências e destacam que apenas as empresas de países ricos lucram e se aproveitam dos países pobres, concretiza a configuração da EA como transformadora para a libertação e superação de paradigmas dominantes estabelecidas, de acordo com a afirmação de Loureiro (2008), que mostra quais são as perspectivas que os educadores têm buscado a vertente crítica da EA

(...) por situar historicamente e no contexto de cada formação socioeconômica as relações sociais na natureza e estabelecer como premissa a permanente possibilidade de negação e superação das verdades estabelecidas e das condições existentes, por meio da ação organizada dos grupos sociais e de conhecimento produzidos na práxis; emancipatória - ao almejar a autonomia e liberdade dos agentes sociais pela intervenção transformadora das relações de dominação, opressão e expropriação material; transformadora - por visar a mais radical mudança societária, do padrão civilizatório, por meio do simultâneo movimento de transformação subjetiva e das condições objetivas (Loureiro, 2006, p.79).

A afirmação de Loureiro (2008), reforça a importância das oficinas de EA para incentivar discussões que tragam a superação de verdades estabelecidas, ou seja, paradigmas, trazendo aspirações emancipatórias assim como Lowy (2005) mostram nas Onze Teses da Educação Ambiental Crítica. Nas teses 9 e 11, é destacado que atividades de EA voltadas para perspectiva crítica devem indicar “qual parte da população mais sofre com os problemas ambientais”. Nessa perspectiva, destaca-se também a fala de outro estudante durante a oficina enquanto conversava com o professor sobre as condições que se encontram os catadores de lixo:

P - Um catador de latinhas, quando vai juntar os materiais tem o perigo de se cortar, de se machucar, se contaminar e não recebe nada por todo esse trabalho que faz e os perigos que corre...e se a gente for pensar...*

E? - Pior sor! ...O cara junta uns pacotão na carroça para ganhar só dez reais...por isso eles colocam areia dentro...RUÍDO...para pesar mais.

P - Isso mesmo, e por todas essas condições nós consideramos o trabalho de catadores de lixo como um “subemprego” pois eles passam por situações desumanas, inclusive sofrem muito preconceito...*

E? - E não tá errado eles colocar pedra dentro das latinhas, os caras não ganham nada para se sustentar.

Nesse momento, é possível notar que o estudante possui um olhar crítico em relação às condições dos catadores e durante a conversa, citando aspectos da realidade observados por ele, como por exemplo o uso de carroça para o carregamento de resíduos e os injustos valores pagos pelos sacos. Essas falas mostram a importância de um movimento de conscientização de acordo com o que propõe Freire (2018), que tenha objetivos de alcançar um pensamento crítico e transformador, buscando pensar a superação das formas de opressão. Desta maneira, a oficina de Educação Ambiental parece ter oportunizado discussões e reflexões que apresentassem os aspectos críticos em relação à temática do lixo eletrônico.

Considerações finais

Foi observado com a análise dos artigos que as atividades de Educação Ambiental voltadas para a temática do lixo eletrônico se destacam pela presença de perspectiva hegemônica individualista e não apresenta questões importantes em relação às questões geopolíticas entrelaçadas ao tema e também não tratam dos problemas de descarte incorreto como atos de racismo ambiental, o que mostra a visão extremamente reducionista sobre o assunto, o que limita as atividades de Educação a simplesmente ações que tratam das questões do lixo eletrônico de forma superficial, responsabilizando apenas os indivíduos vítimas do sistema capitalista como pessoas que precisam se conscientizar, sendo um

discurso típico de organizações que servem aos países considerados “desenvolvidos”.

Considerando os resultados obtidos com o trabalho relatado neste capítulo, destaca-se que, possivelmente, as atividades da oficina de Educação Ambiental contribuíram para a mobilização dos conhecimentos científicos em relação à temática, além de permitir que alguns estudantes vinculassem esses conhecimentos com a realidade. Para além da relação de conhecimentos científicos e a realidade, alguns estudantes durante a oficina criticaram o descarte de resíduos eletrônicos e apresentaram os povos que mais sofrem, citando, por exemplo, o continente africano e os catadores de lixo e as discutiram sobre as relações exploratórias impostas pelos países ricos sobre os países africanos, China e Brasil. Sendo assim, é possível que parte dos estudantes se sensibilizaram com o contexto da crise socioambiental e refletiram sobre as relações de classe envolvendo a temática do lixo eletrônico.

Por meio da oficina de Educação Ambiental com a temática do lixo eletrônico, os estudantes puderam participar das diferentes atividades, discutir e refletir sobre os problemas socioambientais gerados pelo descarte incorreto de lixo eletrônico em contexto geopolítico e, a partir dos resultados obtidos, foi possível observar que houve interesse por parte deles com a temática e houve sensibilização dos mesmos perante o tema, pois alguns estudantes observaram aspectos na temática que são condizentes com sua realidade, principalmente em relação a situação dos catadores de lixo e aos lixões a céu aberto. Essa sensibilização foi importante para a formação de novos paradigmas, demonstrada pelos estudantes nas falas em relação aos catadores de lixo, que mostram consciência de que o sistema traz injustiças a essas pessoas.

Referências

DINIZ JÚNIOR. Toma que o lixo é teu! A história das toneladas de lixo enviadas ilegalmente da Europa para os portos brasileiros e os impactos no meio ambiente Rio Grande do Sul: Portos & Mercados, 2016.

FERDINAND, Malcom. **Uma ecologia decolonial: pensar a partir do mundo caribenho**. Ubu Editora, 2022.

FREIRE, Paulo. **Conscientização**. Cortez Editora, 2018.

GONÇALVES, Dalva RP; RP, A. Educação ambiental e o ensino básico. **Seminário nacional sobre universidade e meio ambiente**, v. 4, p. 125-146, 1990.

HERCULANO, Selene. O clamor por justiça ambiental e contra o racismo ambiental. *InterfacEHS*, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 1 - 20, jan./abr. 2008.

Isimekhai, K. A., Garelick, H., Watt, J., & Purchase, D. (2017). Heavy metals distribution and risk assessment in soil from an informal E-waste recycling site in Lagos State, Nigeria. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(20), 17206–17219.

LEAR, Lear. Rachel Carson: Witness for nature. Mariner Books; Reimpressão (1 de abril de 2009)

LEFF, E. Aventuras da epistemologia ambiental: da articulação das ciências ao diálogo de saberes. São Paulo: Cortez, 2012.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. Educação ambiental transformadora. Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, p. 65-84, 2004.

LOUREIRO, Carlos Frederico B.; LAYRARGUES, Philippe Pomier. Ecologia política, justiça e educação ambiental crítica: perspectivas de aliança contra-hegemônica. **Trabalho, educação e saúde**, v. 11, p. 53-71, 2013.

LÖWY, M. **Ecologia e socialismo**. São Paulo: Cortez, 2005.

LU, Chenyu et al. An overview of e-waste management in China. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 17, n. 1, p. 1-12, 2015.

MUSSON, Stephen E. et al. Characterization of lead leachability from cathode ray tubes using the toxicity characteristic leaching procedure. **Environmental science & technology**, v. 34, n. 20, p. 4376-4381, 2000.

NNOROM, I. C.; OSIBANJO, O. Electronic waste (e-waste): Material flows and management practices in Nigeria. *Waste Management*, v. 28, n. 8, p. 1472-1479, 2008 b.

ORLANDI, Eni Puccinelli. A análise de discurso e seus entre-meios: notas a sua história no Brasil. **Cadernos de Estudos Linguísticos**, v. 42, p. 21-40, 2002.

ORLANDI, Eni P. **Interpretação; leitura e efeito do trabalho simbólico**/ Eni P. Orlandi - 5ª Edição, Campinas, SP: Pontes Editores, 2007.

OTENG-ABABIO, Martin. E-waste: an emerging challenge to solid waste management in Ghana. **International Development Planning Review**, v. 32, n. 2, 2010.

RODRIGUES, Victor Augusto Bianchetti; VON LINSINGEN, Irlan; CASSIANI, Suzani. Formação cidadã na educação científica e tecnológica: olhares críticos e decoloniais para as abordagens CTS. **Educação e Fronteiras**, v. 9, n. 25, p. 71-91, 2019.

RUSCHEL, René. Importação clandestina de lixo vira problema nos portos brasileiros. *CartaCapital, Sustentabilidade*, 3 abr. 2021.

SANT'ANNA, Fernanda Mello; MOREIRA, Helena Margarido. Ecologia política e relações internacionais: os desafios da Ecopolítica Crítica Internacional. *Revista Brasileira de Ciência Política*, n. 20, p. 205-248, 2016.

SOUZA, Alana Tamires Fernandes de. Rachel Carson e a Primavera Silenciosa: análise histórico-epistemológica para um saber sobre Ciências. 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

THAPA, Kaustubh et al. Ultimate producer responsibility for e-waste management—A proposal for just transition in the circular economy based on the case of used European electronic equipment exported to Nigeria. **Business Strategy & Development**, 2022.

THE GUARDIAN. Rotten eggs:e-waste from Europe poisons Ghana's food chain.2019. Disponível em: <https://www.theguardian.com/global-development/2019/apr/24>.

VON LINSINGEN, Irlan. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino (ISSN 1980-8631)**, v. 1, 2008.

WEBER, Isabella M. *Como a China escapou da terapia de choque*. Tradução: Diogo Fernandes. Revisão técnica: Elias Jabbour. São Paulo, Boitempo, 2023, 476 págs

WIDMER, Rolf et al. Global perspectives on e-waste. **Environmental impact assessment review**, v. 25, n. 5, p. 436-458, 2005.



SEÇÃO III

Sobre as pessoas
organizadoras e autoras
da obra

ORGANIZADORES DA OBRA

Victor Bianchetti

Doutor em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina. Mestre em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Licenciado em Química pela Universidade Federal de Minas Gerais e Técnico em Química pelo Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais. Atualmente, é docente do Instituto Federal de Santa Catarina, onde atua como professor e coordenador do curso de Licenciatura em Química. Na mesma instituição, é coordenador de área do subprojeto de Química do PIBID. Desenvolve pesquisas relacionadas à Educação Científica e Tecnológica, Educação CTS, Decolonialidade e Formação de Professores.

Suzani Cassiani

É professora permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, da Universidade Federal de Santa Catarina, atuando também como visitante do Programa de PG em Ensino (RENOEN-UFS). É coordenadora do projeto de Implementação de um curso regular de Mestrado em Educação da Universidade Nacional de Timor Lorosae em Díli-Timor-Leste, financiado pela Diretoria de Cooperação Sul-Sul da Agência Brasileira de Cooperação, Ministério das Relações Exteriores. Desde 2004, é líder do Grupo de Estudos e Pesquisas Discursos da Ciência e da Tecnologia na Educação. É licenciada em Ciências Biológicas (PUCC) com Especialização, Mestrado, Doutorado em Educação (UNICAMP - 2000) e Estágio Sênior em Ciências Sociais (2015) na Universidade de Coimbra-Portugal. Durante 12 anos, atuou como professora de ciências e biologia na rede estadual paulista. A partir de 2002, na UFSC, atuou como gestora na Direção de Ensino, junto a PROGRAD e na coordenação do PPGECT-UFSC, bem como coordenou o programa internacional da CAPES com o Timor-Leste - Programa de Qualificação Docente e Ensino de Língua Portuguesa da CAPES. Coordenou projetos nacionais em

rede (Observatório da Educação, Prodocência e Procad) , além de outros internacionais financiados: Pró Mobilidade Internacional-CAPES, CAPES-PRINT. Foi Secretária Executiva e Vice-Presidente da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (2015-2019). Sua área de investigação envolve estudos discursivos relacionados à formação de professores, efeitos de colonialidade e pedagogias decoloniais. Foi membro Comitê de Assessoramento do CNPq, na área de Educação (2019-2023). É editora da Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências e Editora Assistente da Revista Ciência Educação, UNESP. Atuou como consultora do MEC, CAPES e PMF de Florianópolis. É pesquisadora bolsista produtividade em pesquisa do CNPq, desde 2012 (1B). Há 15 anos é coordenadora do Acordo de Cooperação Sul-Sul, entre a UFSC e Universidade Nacional de Timor Lorosae (Timor-Leste), do qual é ponto focal da Agência Brasileira de Cooperação (ABC) do Ministério das Relações Exteriores.

Irlan von Linsingen

Professor Titular da Universidade Federal de Santa Catarina, atuando no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) e como Professor Visitante no Programa de Pós-Graduação em Ensino (RENOEN/UFSC) Polo da Universidade Federal de Sergipe. É graduado em Engenharia Mecânica, com mestrado em Ciências Térmicas (EMC/PPGEM/UFSC), doutorado em Educação em Ciências - UFSC (2002) e pós-doutorado em Ciências Sociais (Estágio Sênior CAPES - 2015) na Universidade de Coimbra-Portugal. É Líder do Grupo e Pesquisa Discursos da Ciência e da Tecnologia na Educação (DiCiTE). Participa da coordenação de Cooperação Técnica entre a UFSC e Universidade Nacional de Timor Lorosae, através da Agência Brasileira de Cooperação do Ministério das Relações Exteriores, desenvolvendo projetos com aquele país. Coordenou projeto internacional (Programa de Qualificação de Docentes e Língua Portuguesa ? PQLP/CAPES) no âmbito do Acordo de Cooperação Educacional entre Brasil e Timor-Leste. Foi Diretor Acadêmico do campus da

Universidade Federal de Santa Catarina/Blumenau. Sua área de investigação envolve as relações Ciência-Tecnologia-Sociedade, educação CTS, aspectos discursivos da ciência e tecnologia, Tecnologias Sociais, Estudos decoloniais e Epistemologias do Sul.

AUTORAS(ES) DOS CAPÍTULOS

Ácmon Francisco Pedrosa Bhering

Doutorando pelo programa de Educação Científica e Tecnológica da UFSC. Mestre em Oceanografia Física pela USP (2015) e especialista em Metodologia do Ensino da Matemática pela FAEL (2015) Possui bacharelado em Oceanografia pela UFSC (2012) e licenciatura em Matemática pela Faculdade Dottori (2014). Atuou como professor de Matemática nas redes municipais de Florianópolis e São José e como professor de Estatística e Estatística II na USJ. É professor efetivo da rede municipal de Florianópolis desde 2018, sócio da Sociedade Brasileira de Educação Matemática e membro dos grupos de pesquisa ICEM (Insubordinações Criativas em Educação Matemática) desde 2021 e GEPPROFEM (Grupo de Estudos e Pesquisas em Processos Formativos em Educação Matemática) desde 2023.

Bruno Martins Vieira

Graduado em Geografia Licenciatura pela Universidade do Estado de Santa Catarina. Tem experiência na área de Geografia, com ênfase em Licenciatura. Egresso do PET Geografia-UDESC e Cofundador do Cursinho do Zinga, pesquisador na área de Geografia dos Movimentos Populares e Educação Popular. É Graduando em Administração Pública pela UDESC-ESAG e Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica - PPGECT da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Caio Gentil Nascimento da Silva

Licenciado em Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (IQ/UFRJ). Atualmente, é mestrando em Ensino de Química pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química (PEQUI/UFRJ) e professor de Química em escolas privadas no Rio de Janeiro, onde atua principalmente no segmento do Ensino Médio. Desenvolve pesquisa pelo Laboratório Didático de Química (LADQUIM/UFRJ) e pelo Laboratório de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Diversidade (LCTS+D/UFRJ), tendo como tema o Enfoque CTS no Ensino de Química com foco nos estudos de gênero e queer.

Carmine Inês Acker

Possui graduação em Química - Licenciatura Plena pela Universidade Federal de Santa Maria (2009), Mestrado em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica) pela Universidade Federal de Santa Maria (2010) e Doutorado em Ciências Biológicas (Bioquímica Toxicológica) pela Universidade Federal de Santa Maria (2012). Atualmente é professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), com atuação no campus de Garopaba. Atua principalmente nas áreas de Química Analítica e Bioquímica, com experiência no curso de Licenciatura em Química.

Christiana Andréa Vianna Prudêncio

Professora titular da Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus-Ba. Líder do grupo de pesquisa TAEC (Temas atuais para o Ensino em Ciências). Possui graduação em Ciências Biológicas - bacharelado pela Universidade Federal de São Carlos (1997), graduação em Ciências Biológicas - licenciatura pela Universidade Federal de São Carlos (1999), graduação em Pedagogia Plena pela Universidade Camilo Castelo Branco - Descalvado (2005), mestrado em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (2009) e doutorado em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (2013). Desenvolve pesquisas na área de Educação, com

ênfase em Educação CTS, relações étnico raciais, ensino de ciências em diferentes ambientes e gamificação no ensino de ciências.

Cristine Saibert

Professora no Instituto Federal de Santa Catarina. Doutora em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT/UFSC), Mestra em Química e Graduada em Química (Bacharelado e Licenciatura) pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atua na construção do Projeto de Educação Comunitária Integrar e é membra da Gestão Estudantil Universitária Integrar (GESTUS). Estuda as relações entre racismo, branquitude e tecnologia, com foco em pensar possibilidades para um ensino sobre tecnologia que contemple o debate étnico-racial.

Dália Melissa Conrado

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Maringá (UEM) e Licenciada em Biologia pela Faculdade de Ciências da Bahia (FACIBA). Mestre e Doutora em Ecologia pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela Universidade Federal da Bahia/ Universidade Estadual de Feira de Santana (UFBA/UEFS). Foi pesquisadora visitante e fez estágio de pós-doutoramento na Universidad del País Vasco (San Sebastián, ES). Atualmente é Pesquisadora do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Estudos Interdisciplinares e Transdisciplinares em Ecologia e Evolução (INCT-INTREE), Bahia; Professora Visitante do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECMat/FACET); e Professora Colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGEdu/FAED), na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD-MS). Desenvolve pesquisa nas áreas de Educação em Ciências, Educação Ambiental, Ética Ambiental, e Educação em Saúde.

Desirée Dornelles

Doutoranda Ensino de Física na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Mestre em Ensino de Física e Licenciada em Física pela mesma Universidade. Atualmente pesquisa articulações da Teoria Crítica com a Educação Ambiental na formação de formadores de professores a partir de uma perspectiva Bakhtiniana. Possui experiência com projetos de extensão e educação popular.

Elisangela Matias Miranda

Licenciada em Ciências Exatas (com habilitações em Matemática, Química e Física) pela Universidade de São Paulo (USP) e Mestre em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Doutora em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Atualmente, é Professora da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia (FACET), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), onde atua no Curso de Licenciatura em Química. É Professora Permanente do Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e Professora Colaboradora no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECMat). Desenvolve pesquisas na área de Educação, com ênfase em Formação de Professores, atuando principalmente nos seguintes temas: formação de professores, ensino de química, ensino de ciências, alfabetização científica e CTS.

Fabiana Aparecida de Carvalho

Professora Adjunta. Departamento de Biologia. Universidade Estadual de Maringá (UEM). Licenciada em Ciências Biológicas (UNESP). Mestre em Educação (UNICAMP). Doutora em Educação para a Ciência e a Matemática (UEM). Pós-Doutoranda em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT/ UFSC). Líder do Grupo de Estudos das Pedagogias do Corpo e das Sexualidades (GEPECOS/ UEM).

Fernanda Ostermann

É Licenciada em Física (1987), tem Mestrado (1991) e Doutorado (2000) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. De 1989 a 1992, atuou como professora de Física na rede pública estadual de ensino de Porto Alegre. Por concurso público, ingressou, em 1994, no Departamento de Física da UFRGS. Atualmente, ocupa o cargo de Professora Titular e é membro permanente do Programa de Pós-graduação em Ensino de Física. No período de novembro de 2006 a fevereiro de 2010 foi coordenadora do PPG Ensino de Física. Foi vice-presidente da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), de 2015 a 2017. Foi membro do Conselho Deliberativo do Instituto Latino-americano de Estudos Avançados - ILEA, de 2014 a 2018. Sob sua orientação, quatro teses foram agraciadas com o Prêmio CAPES de Tese na área de Ensino (em 2014, o prêmio da melhor tese, em 2018, 2020 e 2021, a conquista de Menção Honrosa, sendo a de 2020 como coorientadora). Foi presidente da ABRAPEC (biênio 2017-2019) e exerceu o cargo de representante da região Sul (biênio 2019-2021). É Editora-chefe do Caderno Brasileiro de Ensino de Física e membro do Conselho Editorial das revistas *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales* (Espanha), *Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia* (Portugal) e *Ensaio: Revista de Pesquisa em Educação em Ciências* (Brasil). É líder do grupo "Pesquisa em ensino de Física sob a perspectiva sociocultural", bolsista de produtividade em pesquisa nível 1B do CNPq e, desde julho de 2023, é membro titular do Comitê de Assessoramento da Educação no CNPq.

Flavia Rezende Valle dos Santos

Cursou a Licenciatura em Física e o mestrado em Educação na UFRJ e concluiu o Doutorado em Educação na PUC-Rio em 1996. Iniciou, em 1997, a carreira docente no PPG em Educação em Ciências e Saúde do NUTES-UFRJ, tendo atuado como vice-coordenadora por 10 anos e como coordenadora no período 2010-2011. Orientou dissertações e teses tendo como referenciais teóricos

o construtivismo, o sócio-interacionismo e a perspectiva sociocultural e como objetos a qualidade da educação científica (Observatório da Educação, CAPES, 2008), a formação de identidades docentes, o impacto dos mestrados profissionais (Observatório da Educação, CAPES, 2012), perspectivas docentes, entre outros. Foi membro da Diretoria da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) no período de 2009 a 2011. Em 2015, concentrou-se em atividades de pesquisa e de orientação como docente colaboradora do Programa de Pós-graduação em Ensino de Física da UFRGS, o que tem se traduzido na parceria com docentes e discentes e na dedicação a quadros teóricos socioculturais e pós-estruturalistas. A experiência como Lead Editor do periódico *Cultural Studies of Science Education* (Springer) desde 2012 tem proporcionado a apropriação ampliada da perspectiva sociocultural na Educação em Ciências. Na função de Editora Associada do periódico *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* desde 2018 tem ampliado a experiência de editoria e contribuído para a melhor identificação da revista com a área de Educação em Ciências.

Gradiana Esperança Sarmiento

Mestranda em Educação na Universidade Nacional de Timor Lorosa'e. Licenciada em Matemática pela mesma universidade. Atualmente, é professora do ensino médio na Escola Papa Paulo VI em Díli, Timor-Leste, onde atua como professora de Matemática. Desenvolve pesquisas relacionadas à Educação Matemática.

Iris Selene Conrado

Licenciada em Letras (Português-Inglês) pela Universidade Estadual de Maringá (UEM, 2004) e Mestre em Letras, área de Estudos Literários (Literatura: teorias críticas e história) pela Universidade Estadual de Maringá (UEM, 2006). Doutora em Letras pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP/Assis, 2011). Foi pesquisadora visitante e fez estágio de pós-doutoramento (2015-2016) em Estudos Comparados na School

of Literatures, Languages and Cultures, em The University of Edinburgh (Escócia, UK). Atualmente, finaliza os estudos em Antropologia (com ênfase em Antropologia Cultural e Arqueologia) e Filosofia (minor), na University of Winnipeg (Manitoba, CA). Desenvolve pesquisa nas áreas de Letras, Literatura, Língua Inglesa, Arqueologia, e Questões Socioambientais e Socioculturais.

Jéssica Martins Corrêa

Mãe do Otto (2021). Possui graduação em História (2012) e Geografia (2018) Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL) e em Pedagogia (2022) pelo Centro Universitário Fael (UNIFAEL). É especialista em História Social (2014) e Arqueologia (2018) pelo Centro Universitário UNIVINTE - FUCAP, História, Educação e Desigualdade Social (2016) pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e em Orientação e Supervisão Escolar pelo Centro Universitário Fael (UNIFAEL). Atualmente é mestranda no Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPEGCT) da UFSC. Professora atuante na Educação Básica desde 2011, com experiência nas etapas de Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio e Educação de Jovens e Adultos. Atualmente é docente concursada de Geografia na rede municipal de educação de Capivari de Baixo (SC) e pesquisa sobre Educação para as Relações Étnico Raciais (ERER), formação de professores e Decolonialidade.

Joaquim Fernando Mendes da Silva

Doutor em Química Orgânica e licenciado em Filosofia, tendo realizado estágio pós-doutoral no University College London. Atualmente é professor associado do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, onde coordena o Laboratório Didático de Química (LADQUIM) do IQ/UFRJ, dedicando-se à área de Ensino de Química no IQ/UFRJ e tendo como tema de pesquisa o enfoque CTS no Ensino de Química e o desenvolvimento de materiais lúdicos para a divulgação científica.

Foi coordenador do curso de Licenciatura em Química do IQ/UFRJ e coordena o curso de Especialização em Ensino de Química do IQ/UFRJ, tendo sido também o coordenador institucional do projeto PIBID-UFRJ (2014-2018). É assessor da Pró-Reitoria de Graduação e membro do Comitê Gestor do Complexo de Formação de Professores.

Julio de Carvalho

Mestrando em Educação na Universidade Nacional de Timor Lorosa'e. Licenciado em Matemática pela mesma universidade. Atualmente, é professor da Escola Técnica Vocacional na Escola Atabe, Timor-Leste, onde atua como professor de Matemática. Desenvolve pesquisas relacionadas à Educação Matemática.

Leonir Lorenzetti

Possui graduação em Ciências Habilitação em Biologia pela Universidade do Contestado (1989), mestrado em Educação pela Universidade Federal de Santa Catarina (2000) e doutorado em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (2008). Atualmente é professor da Universidade Federal do Paraná, atuando no Departamento de Química e no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, atuando na Linha Educação em Ciências. Atuou, no período de 2017 a 2023, também no Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná . Líder do Grupo de Pesquisa Alfabetização Científica e Tecnológica na Educação em Ciência. Atuou no Pibid como Coordenador de Área de Gestão de Processos Educacionais no período de 2014 a 2018. Atuou no Programa Licenciar da UFPR. Atuou como Coordenador do Pibid de Área do Curso de Ciências Biológicas (2018 a 2020). Coordenador do Curso de Química (Janeiro a março de 2020). Coordenador da Coordenadoria de Atividades Formativas e Estágios (Abril 2020 - atual). Editor da Revista Actio (2017 - atual). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Ensino de

Ciências, Ensino de Biologia e Ensino de Química, atuando principalmente nos seguintes temas: Alfabetização Científica e Tecnológica, CTS, Educação Ambiental, Formação de Professores, Epistemologia de Fleck, Pesquisa do Estado da Arte. Bolsista Produtividade em Pesquisa 2 na área de Educação.

Lino Verdial do Rosário

Mestre em Educação em Ciências pela Universidade Federal de Goiás. Doutor em EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICAS pela Universidade Federal do Pará. Sua graduação ocorreu na Universidade da União dos Professores da República Indonésia, em Jacarta na Área de ciências Humanas. Atualmente, é professor na Universidade Nacional em Timor Lorosa'e (UNTL) em Díli, Timor-Leste, onde atua como professor nas licenciatura de Matemática e no Mestrado em Educação, cooperação entre a UFSC e a UNTL, com apoio da Agência Brasileira de Cooperação. Desenvolve pesquisas relacionadas à Educação Matemática, Currículo e Resolução de Problemas.

Mariana dos Santos

Professora Adjunta A do Departamento de Metodologia de Ensino da Universidade Federal de São Carlos. É vice-líder do Grupo de Pesquisa EmTeia: Formação de Professores, Ambientalização Curricular e Educação em Ciências. Possui mestrado (2009) e Doutorado (2016) em Educação pela Universidade Federal de São Carlos. Tem experiência na Educação Básica como professora de Ensino Fundamental e Médio, atuando, inclusive, em contextos de privação de liberdade (Fundação CASA). Suas pesquisas têm como foco a Formação de Professores de Ciências, atuando principalmente nos seguintes temas: formação inicial, identificação profissional, avaliação de livros didáticos, saberes docentes, Educação Científica Crítica com aportes da Teoria da Complexidade e sua interface com referenciais de formação docente.

Marilene Vieira Tonini

Doutoranda e Mestra (2022) em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Possui Graduação em Física Licenciatura (2020) pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Realizei Mobilidade Acadêmica Nacional (2019), pelo programa Andifes, na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Sou integrante dos grupos de pesquisa Mídia-Educação e Comunicação Educacional (COMUNIC) e Humaniza: Formação Docente e Educação em Ciências Humanizada. Tenho experiência nas áreas de Ensino de Física/Ciências e Formação de Professores, com interesse nos seguintes temas: Articulação entre Ciência e Arte, Interdisciplinaridade, Alfabetização Científica e Técnica e Educação em Direitos Humanos.

Regiani Magalhães de Oliveira Yamazaki

Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina-(UFSC). Atualmente, é professora da Faculdade Intercultural Indígena (FAIND), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), e Professora dos programas de Mestrado em Educação e Territorialidade (PPGET) e Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECMat). É pesquisadora do Grupo de Estudos e Pesquisa em Interculturalidade Educação em Ciências (UFTM); do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências de Mato Grosso do Sul (UEMS); e do Diversa (UFAM). Desenvolve pesquisas sobre saúde, gênero e sexualidade e suas práticas didático-pedagógicas na formação inicial e permanente de professores de ciências/biologia; materiais didático-pedagógicos numa abordagem intercultural na/para educação escolar indígena, camponesa e urbana.

Sergio Pedro Carpegiani Junior

Atualmente, é técnico de laboratório na área de Alimentos e Bebidas do Instituto Federal de Santa Catarina, campus Florianópolis-Continente. Graduado em Licenciatura no curso de Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Santa Catarina. Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT) pela Universidade Federal de Santa Catarina. Professor de Ciências e Biologia na escola Bliss, em São José - SC.

Tamara Dias Domiciano

Doutora (2023) e Mestra em Educação em Ciências e em Matemática, pela Universidade Federal do Paraná (2019), licenciada em Ciências também pela UFPR- Setor Litoral (2016), Pós-doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática (UFPR), vinculada a rede Paraná Faz Ciência, mãe do Arthur. Integrante do Programa Laboratório Móvel de Educação Científica da UFPR, do Grupo de Estudos e Pesquisa em Alfabetização Científica e Tecnológica (UFPR). Atua nas áreas de Formação de Professores que ensinam Ciências, Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), Alfabetização Científica e Tecnológica, epistemologia da ciência e da tecnologia e Divulgação Científica.

Tatiana Galieta

Sou licenciada em Ciências Biológicas e Bacharel em Genética pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Mestre em Educação em Ciências e Saúde pela UFRJ e Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Sou Professora Associada da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) desde 2012. Atuo em dois programas de pós-graduação: o Programa de Pós-Graduação Ensino de Ciências, Ambiente e Sociedade (PPGEAS), UERJ, como docente permanente, e o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPECN) da UFF, como docente colaboradora. Sou

líder do Grupo de Pesquisa LIQUENS - Grupo de Leituras e Investigações sobre Questões de Ensino de Ciências e Sociedade da UERJ e membro do grupo de pesquisa Discursos da Ciência e da Tecnologia na Educação - DICITE da UFSC. Atuo na área de Educação em Ciências, principalmente na formação de professores, Educação CTS e educação antirracista.

Walter Antonio Bazzo

Graduação em Engenharia Mecânica (1978), mestrado em Engenharia Mecânica (1980) e doutorado em Educação (1998) todos pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é professor Titular na UFSC no Curso de Graduação em Engenharia Mecânica e no Programa de Pós Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT). Fundador do Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica (NEPET) é hoje seu coordenador. Autor de vários livros, possui experiência na área de Educação Tecnológica , atuando principalmente nos seguintes temas: Educação Tecnológica, CTS, Educação em Engenharia, Aspectos Didáticos e Aprendizado Tecnológico. Desde 2013 vem trabalhando com ênfase nas variáveis contemporâneas que compõem a Equação Civilizatória.

Wesley Diogo de Assis

Graduado em Licenciatura em Química pelo Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Criciúma. Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC (PPGECT). Atua em pesquisas voltadas para Educação Ambiental e as perspectivas críticas e decoloniais. Atualmente integrante do Movimento em Defesa do Litoral Norte e Projeto Akindu.

Quais relações CTS temos pautado na Educação Científica e Tecnológica? As abordagens CTS se destacaram na Educação em Ciências pelo seu potencial para a formação cidadã. Entretanto, por muitas vezes, as contradições típicas do Sul Global, marcadas pelos efeitos de colonialidade, são silenciadas nas produções acadêmicas da área. Nesta obra, algumas pesquisadoras e pesquisadores abordam relações CTS coerentes com as localidades de Sul Global, deslocando o foco da Educação Científica e Tecnológica para a luta contra diferentes estruturas opressoras.



PPGECT



Sociedade Brasileira de Ensino de Química



INSTITUTO
FEDERAL
Santa Catarina

