

A Tecnociência e o Racismo Ambiental: Como se Entrelaçam no Âmbito da Educação Científica e Tecnológica no Cenário Latino-Americano?

Technoscience and Environmental Racism: How are They Intertwined Within the Scope of Scientific and Technological Education in the Latin American Scenario?

Tecnociencia y Racismo Ambiental: ¿Cómo se Entrelazan en el Contexto de la Educación Científica y Tecnológica en el Escenario Latinoamericano?

Miguel Guilhermino de Archanjo Junior,  e Fabiana dos Santos Vieira 

Resumo

A presente pesquisa visa investigar em que medida as pesquisas relacionam tecnociência, no âmbito da Educação Científica e Tecnológica, com o racismo ambiental, no contexto da América Latina. Metodologicamente, realizamos um levantamento bibliográfico na base de dados *Redalyc* e *SciELO*, no período de 2002 a 2024. Para analisar os trabalhos identificados, recorremos a ATD, em que emergiram duas categorias: (i) A tecnociência hegemônica e possíveis desdobramentos no racismo ambiental na América Latina; (ii) A Educação Científica e Tecnológica evidenciando a tecnociência hegemônica e seus desdobramentos no racismo ambiental na América Latina. Dentre os resultados, evidenciamos a necessidade de discutir sobre a relação da tecnociência com o racismo ambiental, no âmbito da Educação Científica Tecnológica, na América Latina, a fim de formar sujeitos críticos e superar essa problemática.

Palavras-chave: educação científica e tecnológica, racismo ambiental, tecnociência

Abstract

This research aims to investigate the extent to which technoscience research relates to environmental racism within the scope of Scientific and Technological Education in the context of Latin America. Methodologically, we carried out a bibliographic survey in the *Redalyc* and *SciELO* databases, from 2002 to 2024. To analyze the identified works, we used ATD, from which two categories emerged: (i) Hegemonic technoscience and possible consequences for environmental racism in Latin America; (ii) Scientific and Technological Education, highlighting hegemonic technoscience and its consequences for environmental racism in Latin America. Among the results, we highlight the need to discuss the relationship between technoscience and environmental racism, within the scope of Scientific and Technological Education, in Latin America, to form critical subjects and overcome this problem.

Keywords: technological scientific education, environmental racism, technoscience

Resumen

Esta investigación se propone indagar en qué medida la investigación relaciona la tecnociencia, en el ámbito de la Educación Científica y Tecnológica, con el racismo ambiental, en el contexto de América Latina. Metodológicamente, realizamos un levantamiento bibliográfico en las bases de datos *Redalyc*

y Scielo, desde 2002 hasta 2024. Para analizar los trabajos identificados, utilizamos ATD, en el que emergieron dos categorías: (i) Tecnociencia hegemónica y posibles consecuencias para el racismo ambiental en América Latina; (ii) Educación Científica y Tecnológica que destaque la tecnociencia hegemónica y sus consecuencias para el racismo ambiental en América Latina. Entre los resultados, destacamos la necesidad de discutir la relación entre tecnociencia y racismo ambiental, en el ámbito de la Educación Científica y Tecnológica, en América Latina, para formar sujetos críticos y superar esta problemática.

Palabras clave: educación científica y tecnológica, racismo ambiental, tecnociencia

Introdução

O desenvolvimento da Ciência e Tecnologia (Tecnociência¹) não é um elemento caracterizado primordialmente por uma trajetória positiva, demarcada pelo acesso aos bens materiais e os seus benefícios, como a diminuição da mortalidade por doenças infecciosas. Mas é também representado pela revisão histórica de elementos próprios da modernidade associados à colonialidade, como a devastação dos ecossistemas, devido à implantação de monoculturas de exportação, os seus impactos na fauna, na flora, e os seres humanos por meio de invasões biológicas, doenças etc. Ainda, atualmente, não podemos deixar de citar a hiper- mineração a céu aberto, as monoculturas e os agrocombustíveis de soja com insumos químicos, projetos hidrelétricos, as rotas de comunicação na Amazônia, infraestrutura de novos ciclos de exportação, e outras ações que impactam negativamente a sociedade, sobretudo a população vulnerável socialmente (Alimonda, 2011; Lampis et al., 2020).

Porém, essas problemáticas ainda são discutidas de forma embrionária na Educação Científica e Tecnológica, carecendo assim de estratégias político-pedagógicas capazes de contribuir na identificação e solução de diversos problemas sociais e socioambientais da população periférica, que foram historicamente silenciados e excluídos das agendas de pesquisas (Archanjo, 2024). Dessa forma, Auler (2021), Dagnino (2020), e outros autores, explicitam que existe a necessidade de redirecionar o desenvolvimento científico-tecnológico a partir de valores democráticos, pois a forma como está posta na sociedade tem se tornado nociva, especialmente para a população periférica.

Para alguns autores, a inserção de demandas sociais dos povos periféricos, bem como os aspectos culturais e saberes populares dos atores sociais distintos nas agendas de pesquisa, por meio da dialogicidade, problematização em Freire (1987), pode ser uma alternativa viável para superar a assimetria nas relações sociais, a desigualdade

1 No presente trabalho, adotaremos o termo “Tecnociência” para referir-se a “Ciência e tecnologia”. A tecnociência, de modo geral, é compreendida como uma concepção unificadora da Educação Científica Tecnológica, e promove uma visão cientificamente sólida e autêntica na relação entre ciência e tecnologia, aumentando a coerência dos processos de aprendizagem e superando a dicotomia dentro da educação. Além disso, compreendemos e defendemos, na presente pesquisa, que a tecnociência, em uma perspectiva crítica, é constituída a partir de valores democráticos, como dialogicidade, problematização.

social, assim como o racismo ambiental que foi instaurado historicamente. Assim sendo, esses valores são fundamentais para que atividades educativas, formativas e produtivas, relacionadas à produção científica, sejam ressignificadas e proporcionem um novo modelo societário, mais democrático e humanizado, ou seja, distinto dos hegemônicos (Rosa, 2019).

Nesse sentido, a Educação Científica e Tecnológica, ao problematizar as concepções hegemônicas que corroboram para a formação de uma sociedade piramidal/hierárquica, classista e excludente, traz à luz o processo de desumanização, degradação socioambiental, que impacta principalmente os sujeitos marginalizados socialmente e ambientalmente, como as comunidades quilombolas, indígenas, camponesas, ribeirinhas (Archanjo, 2024). Seguindo essa lógica, Dagnino (2010, 2020) explicita que o “progresso tecnocientífico” foi concebido em sociedades capitalistas para atender à demanda dos países ricos e tornou-se inadequado e insuficiente para a infraestrutura e produção de bens e serviços públicos e para o meio ambiente nos países periféricos, como os países latino-americanos.

Nesse contexto, fica evidente que a tecnociência não é neutra, mas a sua produção ou a não produção é direcionada por fatores sociais, políticos, econômicos (Dagnino, 2020), e outros interesses. Sendo assim, isso significa dizer que o seu processo produtivo, além de atender os interesses de uma determinada camada social (elite), também difunde seus valores, como a concepção cientificista, em que os seus conhecimentos são superiores aos demais (Rosa, 2017). Ao se assumir como verdade única e universal, a tecnociência implica na negação de outra forma de conhecimento, a exemplo dos saberes populares das diversas comunidades existentes que contribuem de forma significativa para o desenvolvimento da sociedade, especialmente na América Latina, como as comunidades indígenas, tradicionais, quilombolas, ribeirinhas, camponesas etc. (Archanjo, 2024).

Essa lógica também vem acentuando a mercantilização da natureza no hemisfério sul como um dos componentes de desestruturação/destruição do viés de comunidades, conhecimentos populares e saberes tradicionais, ou seja, o racismo ambiental que é um fenômeno negativo que atravessa as realidades socioambientais dos países latino-americanos (Ribeiro et al., 2024). Ainda, nessa lógica hegemônica, as questões socioambientais, como a crise ambiental, não são discutidas em uma perspectiva crítica de forma ampla, ou seja, as suas implicações não afetam na mesma proporção todas as camadas sociais, porém, são silenciadas no contexto social, especialmente no âmbito educativo.

Ao discutir a tecnociência hegemônica, no âmbito da Educação Científica e Tecnológica, fica evidente que esta corrobora para o impacto socioambiental, o que, por sua vez, implica a materialização do racismo ambiental nos países do Sul global, sobretudo na América Latina. Para compreender a relação da tecnociência com o racismo ambiental, é válido evidenciar a definição deste último. O termo racismo ambiental teve sua origem nos Estados Unidos, e foi criado por Benjamin Franklin

Chavis Jr. em 1981, após uma comunidade negra reivindicar por melhorias, uma vez que esta localidade estava sendo usada para despejos de resíduos tóxicos, colocando a comunidade periférica local em risco, a qual era habitada majoritariamente por pessoas negras (Prudêncio & Santos, 2024).

Diante disso, o racismo ambiental passou a ser compreendido como a discriminação racial nas políticas ambientais que negligenciam historicamente o cumprimento dos regulamentos e das leis intencionalmente para favorecer a elite em detrimento das populações periféricas, especialmente a comunidade negra. É também promover escolhas deliberadas de comunidades habitadas por pessoas negras para depositar resíduos, rejeitos, instalar indústrias poluidoras, sancionar oficialmente a inserção de venenos. E, ainda, excluir essas comunidades das tomadas de decisões nos fóruns de debates, comitês, políticas públicas relacionadas aos problemas socioambientais (Ribeiro et al., 2024). Para os autores, este conceito tem sido cada vez mais atrelado ao racismo estrutural e institucional, tornando-o a sua materialização na sociedade.

As discussões explicitadas apresentam que os processos e produtos da tecnociência estão fortemente atrelados ao racismo ambiental, o que evidencia a necessidade de investigar de forma sistemática esta relação, especialmente no cenário latino-americano, uma vez que os fatores sociais, culturais, políticos, econômicos e socioambientais influenciam na produção e implicação da tecnociência. Entretanto, podemos discutir também que outras concepções de tecnociência, especialmente no âmbito da Educação Científica e Tecnológica, têm buscado problematizar o modelo hegemônico e propiciar caminhos alternativos para superar a perspectiva da ciência neutra, cientificista, linear e tecnocrática, a exemplo da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), além do Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia, Sociedade (PLACTS), Tecnologia Social, Tecnociência Solidária, etc. (Archanjo, 2024; Auler, 2021; Dagnino, 2010).

Essas concepções de tecnociência democrática, progressista e humanizadora buscam também inserir a participação da sociedade marginalizada em seus processos produtivos, formativos e educativos, a fim de atender, por meio de suas agendas, as demandas e os interesses das comunidades latino-americanas que foram excluídas ao longo dos anos (Archanjo, 2024). Assim sendo, em que medida essas concepções de tecnociência têm contribuído para a materialização do racismo ambiental nas comunidades periféricas do cenário latino-americano? De que forma os autores latino-americanos têm relacionado o racismo ambiental ao desenvolvimento científico-tecnológico (tecnociência), no âmbito da Educação Científica e Tecnológica?

Diante desses questionamentos, a presente pesquisa visa investigar em que medida as pesquisas relacionam tecnociência, no âmbito da Educação Científica e Tecnológica, com o racismo ambiental, no contexto da América Latina. Para isso, faremos uma discussão teórica sobre os impactos socioambientais e as implicações do racismo ambiental. Nesse sentido, apresentaremos algumas ações antrópicas e “catástrofes ambientais” ocorridas na América Latina, a fim de sinalizar possíveis

indicadores do racismo ambiental. Em seguida, buscaremos abordar a tecnociência e seus desdobramentos no racismo ambiental, no contexto latino-americano. No sentido de constatar essas discussões empiricamente, faremos um levantamento bibliográfico em periódicos eletrônicos disponíveis na base de dados *Redalyc* e *Scielo*, no período de 2002 a 2024, sobre o racismo ambiental e possíveis aproximações com a tecnociência nos anos, no contexto da Educação Científica e Tecnológica.

Os Impactos Socioambientais e as Implicações do Racismo Ambiental

O contexto da América Latina tem vivenciado tensões e contradições peculiares por conta do processo acelerado de urbanização e industrialização, bem como os desastres naturais ocorridos pelos eventos climáticos e meteorológicos, como os furacões, terremotos, secas e inundações. Diante dessas realidades, fica perceptível que a emergência climática impacta as populações latino-americanas de diversas formas, causando sérios danos, principalmente, às comunidades mais vulneráveis socioeconomicamente e ambientalmente (Lampis et al., 2020). Dentre os danos causados nessa região, podemos destacar um estudo realizado pela *National Geographic*² (2024, p. 1), em que aborda os desastres naturais causados pelas mudanças climáticas:

De acordo com o Escritório das Nações Unidas para Assuntos Humanitários (OCHA), os desastres naturais estão sendo exacerbados pela mudança climática. Do ano 2000 em diante, um total de 152 milhões de pessoas na América Latina foram afetadas por 1.205 desastres naturais, incluindo furacões, terremotos, secas e inundações. Para compreender melhor essas ocorrências, *National Geographic* compilou os eventos que causaram os maiores danos em cada parte dessa região, sendo que alguns dos países afetados levaram anos para se recuperar desses desastres climáticos.

Esses fatos mencionados nos levam a refletir sobre alguns aspectos que permeiam essas problemáticas, por exemplo, a forma como as cidades são produzidas e reproduzidas, a organização social, o modelo de desenvolvimento científico-tecnológico (tecnociência) implantado. Além da crescente degradação socioambiental, a crise climática se torna emergente, carecendo de discussões democráticas e inclusivas para promover a justiça socioambiental (Lampis et al., 2020). Mesmo diante de discussões sobre as tensões latino-americanas, relacionadas à problemática em questão, o cenário atual não é muito otimista, uma vez que a FAO³ aponta que essa região tem maior propensão global para ter eventos extremos, incluindo cheias, tempestades, terremotos, secas, deslizamentos de terra, erupções vulcânicas e incêndios, uma vez que muitos desses desastres têm sido ampliados pelas mudanças climáticas, conforme apontam os estudos de Lampis et al. (2020).

2 O estudo realizado pela *National Geographic* está disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2023/03/as-ameacas-ocultas-da-mudanca-climatica-medo-ansiedade-e-depressao>.

3 A FAO significa: Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

Complementando essas proposições supracitadas, destacamos também que um estudo realizado por Ludwig (2015) buscou evidenciar o histórico contemporâneo dos desastres naturais em alguns países da América Latina, como aponta a Figura 1.

Figura 1

Mapa representando o risco de desastres naturais na América Latina



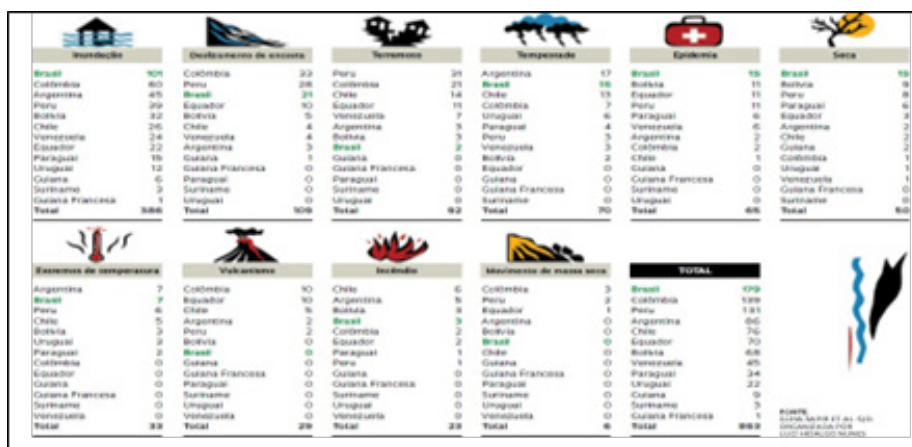
Fonte: Ludwig (2015, p. 38).

Ao observar a Figura 1, representando alguns países latino-americanos, o autor chama atenção para os locais que possuem riscos iminentes de desastres climáticos, principalmente regiões urbanas que contêm um alto índice populacional. Além disso, nesses estudos, o autor também destaca que, apesar da múltipla diversidade de indutores naturais de desastres nessa região, é necessário evidenciar processos sociais contemporâneos, como a urbanização e globalização, os quais potencializam alterações bruscas tanto na relação social quanto na relação com o ambiente natural.

Semelhantemente, os estudos realizados por Lampis et al. (2020) apresentam registros de desastres naturais nos países da América do Sul entre 1960 e 2009, conforme a Figura 2.

Figura 2

Desastres naturais nos países da América do Sul entre 1960 e 2009



Fonte: Lampis et al. (2020, p. 3).

Embora os dados apresentados pelos estudos de Lampis et al. (2020) não sejam recentes, é possível constatar que alguns países latino-americanos vêm enfrentando sérios problemas socioambientais ao longo dos anos. Ainda nesse contexto, um estudo mais recente realizado por Lombrana (2022) aponta que o planeta aqueceu 1,1° C acima da média pré-industrial e a crescente concentração de gases atmosféricos responsáveis pelo aumento do efeito estufa vem causando sérios problemas nos países em desenvolvimento, incluindo as nações que compõem a América Latina. Esses estudos também chamam a atenção para o baixo índice de chuvas nos principais países produtores agrícolas, como Chile, Brasil, Uruguai e Paraguai. Ensejando essa problemática, Lombrana (2022) ainda destaca que o Chile se estendeu em seca climática pelo 13º ano consecutivo em 2021, a estiagem mais longa dos últimos séculos.

Outras problemáticas socioambientais⁴ vêm acontecendo no Brasil, conforme apresentado na Figura 2, em que o país lidera os desastres naturais, implicando os ecossistemas naturais locais e a vida de sua população, sobretudo as comunidades que estão em situação de vulnerabilidade socioeconômica e socioambiental. Diante dessa constatação, apresentaremos alguns exemplos de desastres naturais climáticos e antrópicos a partir dos anos 2000: (a) O vazamento de óleo na Baía Guanabara (Rio de Janeiro), que ocorreu em 2000, onde cerca de 1,3 milhões de litros de óleos foram lançados ao mar, em decorrência de um problema nas tubulações da Refinaria Duque de Caixas, implicando sérios problemas ecológicos e socioambientais locais e regionais, afetando principalmente as comunidades ribeirinhas e demais populações; (b) O vazamento da barragem em Cataguases (Minas Gerais), em 2003, implicou mais de 900 mil metros cúbicos de rejeitos despejados na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, tendo como consequência a degradação socioambiental e humana, atingindo especialmente as comunidades socialmente veneráveis.

(c) Rompimento da barragem Bom Jardim em Mirai (Minas Gerais), em 2007, que foi responsável por despejar mais de 200 milhões litros de lama nas regiões circunvizinhas, impactando a biodiversidade aquática e terrestre local e regional, bem como afetando gravemente a vida da população em torno; (d) O vazamento de óleo na Bacia de Campos (Rio de Janeiro), em 2011, o qual implicou o despejo de 3.700 barris de petróleo no ecossistema marinho; (e) Deslizamentos de terra na região Serrana do Rio (Rio de Janeiro), em 2011, devido ao volume de chuvas em 12 dias, afetando várias cidades circunvizinhas e vitimando fatalmente mais 800 pessoas; (f) Rompimento da barragem de Mariana (Minas Gerais) em 2015, que implicou o vazamento de mais de 62 milhões de metros cúbicos de rejeitos, sendo esse considerado um dos mais trágicos crimes ambientais no Brasil.

4 As informações obtidas estão pautadas em:

Atlas Digital de Desastres no Brasil. (n.d.). *Gráficos*. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. <https://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/graficos.xhtml>

Ética Ambiental. (n.d.). *Relembre os maiores desastres ambientais da história do Brasil*. <https://etica-ambiental.com.br/desastres-ambientais-do-brasil/>

Arruda, M., Trevizan, A. F., & Andrade, L. M. (2024). Desastre ambiental no nordeste brasileiro. *Reflexões Econômicas*, 8(1), 64–81. <https://doi.org/10.36113/rec.v8i1.4004>

(g) Rompimento da barragem de Mina do Feijão em Brumadinho (Minas Gerais), em 2019, responsável pelo despejo de mais de 12 milhões de metros cúbicos de rejeitos e pela morte de mais de 259 pessoas, sendo também um dos mais trágicos “acidentes” ambientais no Brasil; (h) Vazamento de óleo nas praias do Nordeste brasileiro em 2019, que atingiu mais de 4 mil quilômetros de extensão marinha, afetando mais de mil localidades; (i) Enchentes no Sul da Bahia, devido às fortes chuvas em 2021, as quais foram responsáveis por atingir mais de 72 municípios baianos; (j) Os bairros que afundaram devido aos tremores, rachaduras e cavernas subterrâneas em Maceió, em 2023, devido à extração de sal-gema pela empresa Braskem; (l) Enchentes no Rio Grande do Sul, no primeiro semestre de 2024, atingiram uma parte significativa do estado, deixando muitas vítimas; (m) Queimadas na região Centro-Oeste e Norte do Brasil, durante o ano de 2024, atingiram mais de 12 milhões de hectares de vegetação, afetando a fauna, a flora e a população humana local.

Esses desastres naturais implicam uma série de problemas socioambientais, evidenciando o agravamento das condições socioeconômicas e socioambientais das populações que residem em lugares periféricos, que, muitas vezes, são considerados lugares inapropriados ou de risco para moradias, como os terrenos de encostas, casas construídas às margens de curso d'água, regiões de deslizamento de terras, inundações, que refletem a ocupação desordenada ou politicamente enviesada (Lampis et al., 2020). Além disso, é possível ressaltar a necessidade de participação social ampliada nas tomadas de decisões, no que diz respeito à gestão pública integrada a políticas públicas, uma vez que os desastres ambientais potencializam a vulnerabilidade social e ambiental, materializando racismo ambiental (Angeli & Oliveira, 2016).

Embora as consequências das mudanças climáticas sejam graves, especialmente na América Latina, locus desse estudo, essa problemática não tem gerado um grande apelo popular, nem uma adesão significativa pelos movimentos sociais amplos. Diante disso, alguns pesquisadores, no contexto da Educação Científica e Tecnológica (Archanjo, 2024; Auler, 2021; Dagnino, 2010; Rosa, 2019; Roso, 2017), vêm discutindo a importância de redirecionar o modelo de tecnociência, de agenda de pesquisa, a reconfiguração das Políticas Públicas e Políticas Ciência e Tecnologia (PCT) na América Latina, pelo fato de que a realidade posta é insuficiente para solucionar as demandas sociais (Rosa, 2019). Mas, para isso, é necessário que ocorra uma participação ampliada nas tomadas de decisões em temas relacionados à tecnociência, de forma que as demandas sociais e os interesses das populações periféricas sejam contemplados tanto nas agendas de pesquisa quanto nas PCT, a fim de superar as problemáticas socioambientais, como o racismo ambiental, além de outras questões que afetam essas comunidades (Archanjo, 2024).

Ao problematizar a tecnociência hegemônica, muitas vezes responsável diretamente ou indiretamente por diversos desastres ambientais, a Educação Científica e Tecnológica pode ser um meio para sinalizar caminhos alternativos, capazes de possibilitar realidades diferentes às comunidades que são submetidas a várias formas de violência e exclusão social (que também é uma violência). Comunidades essas que têm

seus direitos básicos negligenciados tanto pelos órgãos públicos competentes quanto pelas indústrias, os latifundiários (Agro), empresários e todos outros mecanismos que perpetuam as heranças coloniais de degradação socioambiental e desumanização dos povos latino-americanos (Amaral & Freitas, 2024; Herculano, 2008). Nesse sentido, faz-se necessário inserir essas discussões no contexto educacional, sobretudo no âmbito da Educação Científica e Tecnológica, na tentativa de promover uma tecnociência compatível com as realidades e necessidades das populações latino-americanas (Archanjo, 2024).

Ao reconfigurar as agendas de pesquisas na América Latina, demandas socioambientais que foram excluídas e/ou silenciadas historicamente poderão ser discutidas a partir da participação popular, bem como no contexto educacional e fóruns de debates (Rosa, 2019). Além disso, os saberes populares e tradicionais que foram silenciados historicamente também poderão ser evidenciados nesses espaços sociais. Sobre essa questão, os autores Ribeiro et al. (2024) explicitam que, além dos impactos ecológicos e socioambientais, essas ações/desastres/tragédias também se desdobram em outras questões, como:

[...] a destruição das muitas outras culturas, perpetradas pelo colonialismo europeu, a barbárie, a imposição da dicotomia modernidade/colonialidade aos colonizados, são eixos do mesmo plano, e interculturalidade crítica, reconhecimento, resistência, resiliência, memória, justiça e verdade são contra eixos, explicitados através de muito debate, estudo, colaboração e elaboração de respostas teórico-críticas à unicidade e arbitrariedade do conhecimento científico eurocêntrico acrítico e absolutista, que desconhece as disruptividades, as identidades e o próprio ethos das outridades e alternativas anticoloniais (Ribeiro et al., 2024, p. 9).

Diante desse contexto, para superar as mazelas socioambientais a que a população negra e indígena é submetida pelos resquícios do colonialismo e modernidades, se faz necessário repensar o modelo de sociedade que temos, bem como rever o modelo de tecnociência produzido em nossa sociedade. Assim sendo, buscaremos, por meio da Educação Científica e Tecnológica, redirecionar as agendas de pesquisas, a concepção de tecnociência, no sentido de problematizar o modelo hegemônico e criar caminhos alternativos para a construção de tecnociências menos danosas ao meio ambiente e às pessoas. Além disso, busca-se a valorização das especificidades locais e os saberes populares e tradicionais, de modo que promovam a dignidade humana e superem o racismo ambiental no contexto educacional e social (Archanjo, 2024).

A Tecnociência e seus Desdobramentos no Racismo Ambiental no Contexto Latino-Americano

A efetivação de uma participação social mais equitativa e inclusiva, ou seja, por distintos atores sociais no desenvolvimento científico-tecnológico, pode ser uma alternativa promissora para que o fazer tecnociência esteja pautado nas demandas locais e não apenas como uma plataforma receptora e transmissora de tecnologias capitalistas. Também é válido salientar que “nem todo estilo científico será compatível com

determinado estilo de sociedade”, como bem mencionou Dagnino (2010, p. 37). Esse autor chamou a atenção para a necessidade urgente de uma adequação sociotécnica, de modo que a tecnociência se torne mais humanizada e humanizadora, capaz de potencializar a pluralidade cultural e heterogeneidade de conhecimentos oriundos dos povos originários/tradicionais/periféricos, que foram silenciados e excluídos ao longo do tempo na sociedade e na educação, sobretudo na Educação Científica e Tecnológica (Archanjo, 2024).

Essas urgências também sinalizam a carência de aprofundamentos sobre as demandas explicitadas ou a constituição de novas concepções de tecnociência como complementariedade para a promoção de uma Educação Científica e Tecnológica crítico-transformadora, capaz de superar algumas insuficiências apresentadas pelas perspectivas hegemônicas e contribuir para a promoção da dignidade humana, principalmente nas comunidades periféricas. Para isso, questões como a participação social ampliada em processos decisórios, a inserção dos saberes populares e dos conhecimentos científicos atrelados às realidades locais/regionais no contexto da Educação Científica e Tecnológica, especialmente, no contexto da América Latina, podem ser um novo horizonte para superar o racismo ambiental, que ainda impera nessas regiões.

Diante disso, segundo Ribeiro et al. (2024), o racismo ambiental está atrelado ao modelo de sociedade e de economia estabelecido historicamente e, para combatê-lo, é necessário lutar contra esse sistema opressor:

Ademais, discutir, falar, lutar contra o racismo ambiental é lutar contra o neocolonialismo exercido pelo sistema capitalista de supremacia branca, que insiste em apropriar-se dos recursos que são utilizados de forma consciente, preservadora e protetora por parte dos povos pretos, periféricos, indígenas, quilombolas, ribeirinhos no caso do Brasil e outros, e pelos povos palenqueros, gitanos, indígenas, camponeses, e tantos outros, no caso da Colômbia (Ribeiro et al., 2024, p. 21).

Em concordância com os autores, há necessidade de combater a apropriação predatória dos recursos naturais, concepções científicas que excluem/excluíram os saberes populares das comunidades supracitadas, bem como o desenvolvimento de tecnociências capitalistas na América Latina. Tais reivindicações também são necessárias para a superação de uma pretensão de universalidade, resultante da intervenção epistemológica dominante, baseada na intervenção política, econômica e militar, que suprimiu práticas sociais do conhecimento dos povos periféricos na América Latina (Archanjo, 2024).

A busca pela problematização e superação, por meio da Educação Científica e Tecnológica, da homogeneização do mundo que apagou as diferenças culturais, as crenças, como aborda Roso (2017), implicou também a redução da diversidade e saberes locais, com o propósito de transformá-los em matéria-prima para o avanço do conhecimento da tecnociência como instrumento de dominação e silenciamento. Assim, os conhecimentos tradicionais e/ou populares oriundos das populações latino-

americanas que foram negligenciados historicamente, em detrimento do conhecimento dominante (eurocêntrico) que permeia a sociedade capitalista (Archanjo, 2019), inclusive no espaço educacional. Isso, com o intuito de orientar a formação de sujeitos acríticos e passivos, diante dos conflitos que assolam suas realidades, como o racismo ambiental para com as comunidades de populações negras.

Na contramão da tecnociência hegemônica, surgem, articuladas à Educação Científica e Tecnológica, as perspectivas denominadas CTS e CTSA, as quais já vêm promovendo discussões e questionamentos sobre os valores éticos, políticos, sociais e econômicos na produção de tecnociência, no sentido de sinalizar uma concepção de tecnociência diferente da hegemônica (Rosa, 2019). Essas perspectivas também buscam evidenciar os impactos socioambientais causados pelo modelo convencional/capitalista, especialmente em comunidades periféricas (Roso, 2017).

Do mesmo modo, o PLACTS surge na América Latina, questionando não apenas a transferência de tecnologias, mas também a importação de valores hegemônicos do Hemisfério Norte, as Políticas Científicas e Tecnológicas (PCT) inadequadas às realidades latino-americanas (Auler, 2021). Além do mais, essa concepção de tecnociência postula a denúncia à degradação socioambiental, a exclusão de outras formas de conhecimentos e o silenciamento dos aspectos históricos, políticos, econômicos, sociais e socioambientais latino-americanos (Dagnino, 2020). Seguindo essa mesma lógica, a Tecnologia Social surge na América Latina, especialmente no Brasil, na tentativa de ampliar a participação de atores sociais locais e a promoção do desenvolvimento de tecnociência compatível com as necessidades e interesses locais, bem como a valorização e inserção dos saberes populares (Dagnino, 2010).

Diante do exposto, torna-se perceptível, no contexto da Educação Científica e Tecnológica, uma relação intrínseca entre a tecnociência e o racismo ambiental, uma vez que essa primeira, quando implementada na perspectiva hegemônica, provoca o silenciamento dos saberes populares/tradicionais das comunidades negras em detrimento dos conhecimentos tecnocientíficos dominantes. Além do mais, são responsáveis pela degradação socioambiental em locais pré-estabelecidos, legitimada pela ação e omissão do Estado, por meios de políticas públicas e PCTs e seus órgãos competentes (Ribeiro et al., 2024). Seguindo essa lógica, Angeli e Oliveira (2016) discutem que as ações antrópicas que causam alterações socioambientais, oriundas dos produtos e processos da tecnociência capitalista, não são vivenciadas da mesma maneira por determinados grupos étnicos e sociais, os quais são submetidos a condições de poluição e contaminação tóxicas do ambiente em que vivem e trabalham.

Essas discussões precisam ser abordadas e problematizadas no âmbito da Educação Científica e Tecnológica, no cenário latino-americano, para que os sujeitos possam compreender as assimetrias de poder e o sistema de opressão que permeiam a sociedade em que estão inseridos, para que assim possam atuar de forma crítica e transformadora no sentido de superar essas desigualdades socioambientais existentes. Segundo Costa (2011), essas discussões sobre racismo ambiental precisam dialogar, no

âmbito da Educação Científica e Tecnológica, com as Leis federais nº 10.639/2003 e 11.645/2008, que tornam obrigatório o estudo da história e cultura indígena e afro-brasileira nas práticas pedagógicas das instituições de ensino (educação básica). Essa obrigatoriedade ocorre especialmente em comunidades que sofrem os impactos socioambientais, para que os seus sujeitos reivindiquem, de forma crítica e ativa, pela transformação social e justiça social.

Ao discutir as ponderações sobre a desumanização provocada pela tecnociência capitalista e materializada, dentre as suas formas, o racismo ambiental, aos povos latino-americanos, evidencia-se a necessidade de ampliar o debate ontológico sobre o racismo ambiental em uma perspectiva ampla, de forma que possa tensionar a Educação Científica e Tecnológica por meio de debates dialógicos e problematizadores, buscando sempre a interação com os sujeitos e a sociedade em que estão inseridos (Archanjo, 2019). Assim, para promover uma educação emancipatória, principalmente na perspectiva da Educação Científica Tecnológica, é necessário redirecionar as agendas educacionais e de pesquisa, bem como reorientar os currículos educacionais e as práticas docentes, levando em consideração a pluralidade cultural e social local/regional. Além disso, é necessário também promover a participação de distintos atores sociais e suas demandas no desenvolvimento científico e tecnológico, sobretudo aqueles que foram excluídos historicamente, a fim de construir horizontes mais democráticos e humanizados no fazer tecnociência, para que essa possa contribuir na superação do racismo ambiental, sobretudo na América Latina (Archanjo, 2024).

Metodologia

A pesquisa é de cunho qualitativo, do tipo bibliográfica, e busca compreender melhor a perspectiva do racismo ambiental no âmbito da Educação Científica Tecnológica e sua relação com o desenvolvimento da tecnociência em pesquisas realizadas na América Latina, por meio de periódicos publicados: (a) Redalyc — *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal* — que promove o acesso à literatura científica publicada em periódicos editados nos países da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal e (b) Scielo — *Scientific Electronic Library Online*, que consiste em uma base de dados eletrônicos cooperativos de periódicos científicos, que possibilita o acesso eletrônico aos artigos completos de revistas da América Latina.

A busca pelas pesquisas se deu por meio dos descritores “Racismo Ambiental”, entre os anos de 2002 até 2024, pelo fato de ser o período em que houve uma maior discussão sobre o racismo ambiental na América Latina, segundo Angeli e Oliveira (2016). Utilizando o descritor “Racismo Ambiental”, foram localizados, no total, 227 estudos na perspectiva da temática em questão. Após a localização destes estudos, conforme o quantitativo explicitado sobre “Racismo Ambiental”, realizaram-se novos levantamentos com o foco em estudos sobre Racismo Ambiental no âmbito da Educação Científica e Tecnológica, pelo fato de essas concepções se alinharem ao campo desta pesquisa e serem o cerne da presente investigação no contexto da América Latina.

Nesse novo levantamento, usando os descritores “Racismo ambiental e Educação em Ciências”, foi possível localizar 28 estudos. Na tentativa de compreender a relação do racismo ambiental com o desenvolvimento da tecnociência, no âmbito da Educação Científica e Tecnológica, no contexto da América Latina, realizamos uma leitura sistemática, na íntegra, do quantitativo de trabalhos identificados (28). Após a leitura sistemática, conseguimos identificar 14 estudos que fazem relação do racismo ambiental com o desenvolvimento da tecnociência. Em seguida, foram realizados os seguintes procedimentos:

(i) Organização dos estudos por título e ano de publicação; (ii) Organização dos estudos por país de origem da publicação e numeração, para compreender a área de abrangência da mostra; em seguida, foram organizados em um quadro, sinalizando os periódicos que mais se aproximam das temáticas em questão. Os presentes estudos foram lidos na íntegra e analisados por meio da Análise Textual Discursiva (ATD) (Moraes & Galiuzzi, 2011), a fim de identificar a concepção dos autores latino-americanos sobre a relação do racismo ambiental com o desenvolvimento da tecnociência, no âmbito da Educação Científica e Tecnológica, no contexto da América Latina.

Esse processo da realização dos recortes dos trabalhos identificados consistiu na definição do corpus, atendendo o mesmo campo semântico e possibilitando estabelecer as unidades de sentido. Para isso, foram realizadas as etapas da ATD, quais sejam: (a) Unitarização: consistiu na fragmentação do corpus dos 14 trabalhos em unidades de significados, a partir dos descritores racismo ambiental e desenvolvimento da tecnociência, por meio de uma leitura sistemática sobre o tema, ou seja, relacionados aos fragmentos que apareciam nas discussões referentes aos descritores; (b) Categorização é constituída a partir das discussões teóricas realizadas, assim como as informações dos estudos que foram organizadas por semelhanças semânticas, tendo como referência duas categorias emergentes, quais sejam: (i) *A tecnociência hegemônica e possíveis desdobramentos no racismo ambiental na América Latina*; (ii) *A Educação Científica e Tecnológica evidenciando a tecnociência hegemônica e seus desdobramentos no racismo ambiental na América Latina*, que possibilitaram a reorganização das unidades e verificação de possíveis aproximações do racismo ambiental e do desenvolvimento científico-tecnológico no âmbito da Educação Científica Tecnológica, no contexto latino-americano. Em síntese, a seleção dos trabalhos foi realizada a partir das semelhanças identificadas no corpus dos mesmos sobre racismo ambiental e desenvolvimento científico-tecnológico, o (c) Metatexto foi estruturado na busca do novo emergente, que possibilitou a identificação e promoção de novos valores, como: a relação imbricada entre desenvolvimento científico-tecnológico e racismo ambiental, visando a uma compreensão ampla sobre a ressignificação da Educação Científica e Tecnológica na América Latina.

Resultado e Discussões

Para melhor compreender as discussões e possíveis relações entre o racismo ambiental e a tecnociência, no âmbito da Educação Científica e Tecnológica, a partir das pesquisas realizadas por autores da América Latina, organizamos os trabalhos que abordam essa relação na Figura 3. Além disso, apresentamos o número de trabalhos localizados no período de 2002 até 2024, publicados por autores latino-americanos.

Figura 3

Trabalhos sobre racismo ambiental e desenvolvimento científico-tecnológico

Autores	Títulos	Ano	País	Nº
Bernard Constantino Ribeiro, Vanessa Hernandez Caporlingua, Diana Lineth PargaLozano	A Educação Ambiental Crítica Decolonial para o Enfrentamento do Racismo Ambiental na América Latina	2024	Brasil	1
Marcel Jardim Amaral, José Vicente de Freitas	Nós vos explicamos o que é racismo ambiental	2024	Brasil	2
Christiana Andréa Vianna Prudêncio, Mariana dos Santos	Racismo ambiental: uma proposta de sequência de atividades a partir de uma perspectiva CTS	2024	Brasil	3
Liza Maria Souza de Andrade, Mariane da Silva	Tecnologia Social e Tecnologia Convencional pela preservação comunitária	2023	Brasil	4
Paulino, Walisson Braga da Costa, Nina Beatriz de Araújo e Galina, Teresa Bernadete Medina Ferreira	Dos recursos hídricos no planejamento do Território do Quilombo Mesquita - GO contra o racismo ambiental			
André Carneiro Melo, Marco Antonio Leandro Barzano	“Se acabar o rio, a comunidade acaba”: dimensão pedagógica do racismo ambiental	2021	Brasil	5
Mayra Louyse Rocha Paranhos, Livia de Rezende Cardoso	Direito de vida e morte em um currículo de Biologia	2020	Brasil	6
Marcelo Aranda Stortti, Celso Pereira Sanchez	Diálogos entre a Formação Inicial Docente em Biologia e a temática da Justiça, conflitos e Racismo Ambiental	2019	Brasil	7
Thaís Angeli, Rosemary Rodrigues Oliveira	A utilização do conceito de Racismo Ambiental, a partir da perspectiva do lixo urbano, para apropriação crítica no processo educativo ambiental	2016	Brasil	8
Yair Alexander Porras Contreras	Representaciones sociales de la crisis ambiental en futuros profesores de química	2016	Colômbia	9

Figura 3*Trabalhos sobre racismo ambiental e desenvolvimento científico-tecnológico (continuação)*

Autores	Títulos	Ano	País	Nº
Carlos Frederico B. Loureiro, Philippe Pomier Layrargues	Ecologia Política, Justiça e Educação Ambiental Crítica: Perspectivas de Aliança Contra-Hegemônica	2013	Brasil	10
Lara Moutinho da Costa	Territorialidade e racismo ambiental: elementos para se pensar a educação ambiental crítica em unidades de conservação	2011	Brasil	11
Maritza Rojas	Exposición ambiental y humana al mercurio en Venezuela: 2004-2008	2010	Venezuela	12
Reynol Díaz Coutiño	Crisis ambiental, desastre natural y la “sociedad desierto”	2010	México	13
Mateus Habermann, Nelson Gouveia	Justiça Ambiental: uma abordagem ecossocial em saúde	2008	Brasil	14

Os estudos apresentados na Figura 3 chamam a atenção para alguns aspectos, como: (i) a quantidade de trabalhos sobre racismo ambiental, na América Latina, que fazem menção ao desenvolvimento da tecnociência no contexto da Educação Científica Tecnológica são incipientes para promover uma discussão mais ampla no contexto educativo, uma vez que a presente temática vem apresentando sinais tangíveis no cenário latino-americano; (ii) Apesar de as discussões sobre racismo ambiental iniciarem em 1982, nos EUA, os países latino-americanos apresentaram baixa produção de trabalhos sobre a temática em questão, com exceção do Brasil, que apresentou um quantitativo de 11 trabalhos, sendo ainda insuficiente para ampliar o debate sobre suas imbricações (a relação entre tecnociência e racismo ambiental) no cenário atual. No sentido de atender o objetivo desta pesquisa, faremos uma análise mais detalhada em alguns trabalhos representados na Figura 3, para que possamos compreender a relação da tecnociência com o racismo ambiental no contexto da América Latina.

Na tentativa de compreender a percepção dos autores sobre a relação da tecnociência e o racismo ambiental no contexto da América Latina, realizamos uma análise minuciosa dos 14 trabalhos localizados, a partir das categorias: (i) *A tecnociência hegemônica e possíveis desdobramentos no racismo ambiental na América Latina*; (ii) *A Educação Científica e Tecnológica evidenciando a tecnociência hegemônica e seus desdobramentos no racismo ambiental na América Latina*, a fim de identificar quais trabalhos abordam aspectos sobre as respectivas categorias. Para isso, organizamos a Figura 4 da seguinte forma: *Primeiro* — o espaço para identificar os trabalhos; *Segundo* — as categorias I e II com os seguintes aspectos analíticos: *Não aborda* — caso o trabalho não sinalize aspectos coerentes à respectiva categoria; *Aborda parcialmente* — quando o trabalho apresentar algum aspecto relacionado à categoria, porém de forma superficial; *Aborda completamente* — quando o trabalho apresentar elementos pertinentes à referida categoria. Nesse sentido, marcaremos com um X quando corresponder aos aspectos apresentados.

Figura 4*Análises dos 14 trabalhos sobre os aspectos das categorias*

Trabalhos	Categoria I			Categoria II		
	Não aborda	Aborda parcialmente	Aborda completamente	Não aborda	Aborda parcialmente	Aborda completamente
1		X		X		
2			X			X
3			X			X
4		X				X
5	X					X
6	X			X		
7		X			X	
8		X			X	
9	X			X		
10			X			X
11			X			X
12		X			X	
13	X				X	
14			X			X

Após uma análise minuciosa dos 14 artigos selecionados, foi possível constatar quais deles se aproximam mais das respectivas categorias, conforme apresentado na Figura 4. Diante destas constatações, selecionamos alguns fragmentos dos artigos que “abordam completamente” aspectos das categorias para analisarmos criteriosamente, buscando compreender a relação entre a tecnociência e o racismo ambiental no âmbito da Educação Científica e Tecnológica, especialmente no contexto latino-americano.

A Educação Científica e Tecnológica Evidenciando a Tecnociência Hegemônica e seus Desdobramentos no Racismo Ambiental na América Latina

Ao longo desta pesquisa, apontamos alguns indícios sobre as implicações intencionais da tecnociência nas comunidades periféricas, sobretudo aquelas comunidades formadas por populações negras, que têm sofrido sérios problemas relacionados ao silenciamento dos seus saberes e exclusão nas tomadas de decisões sobre as questões socioambientais, a negação da sua cultura, história e saberes. Ainda, as ações políticas no que concerne às instalações de indústrias poluidoras, depósitos de resíduos contaminantes, que configuram e potencializam o racismo ambiental.

Embora essas questões tenham sido abordadas na Educação Científica e Tecnológica em perspectiva crítica, sinalizando esses aspectos políticos, sociais, históricos, éticos e socioambientais da tecnociência, é sabido que ainda é insuficiente para transformar a realidade atual da América Latina (Archanjo, 2024). Sobre esta problemática, por exemplo, podemos citar uma abordagem presente nos artigos

3, 9 e 10, representados na Figura 3, os quais chamam a atenção para o déficit de responsabilidade do Estado e também os mecanismos políticos e econômicos sobre as questões socioambientais, as quais são responsáveis pela relação assimétrica no tecido social, impondo a vulnerabilidade socioeconômica e ambiental aos sujeitos que se encontram em áreas periféricas. Nessa linha de pensamento, podemos explicitar que:

Uma alternativa para isso seria definir os vulneráveis como vítimas de uma exposição desigual, determinando e interrompendo os processos decisórios que impõem riscos aos mais desprotegidos, tais como decisões sobre a localização de equipamentos que se utilizam de tecnologia danosa ao meio ambiente e à saúde, dinâmicas desiguais do mercado e outras (Habermann & Gouveia, 2008, p. 8).

[...] além de raramente terem acesso aos benefícios, as populações mais vulneráveis acabam “herdando” grande parte dos problemas ambientais, morando em áreas devastadas ou que sejam alvo de despejos de resíduos ou até materiais contaminados. Essas populações têm menos poder político e econômico para resistir ou se proteger destes danos ambientais, o que não apenas perpetua injustiças históricas como ilustra o quanto as questões ambientais estão relacionadas às estruturas de poder e opressão racial, um fenômeno que se configura como racismo ambiental (Prudêncio & Santos, 2024, p. 7).

É inegável que a afirmação das diferenças é uma exigência contemporânea para a construção de outro patamar societário. Porém, para a tradição crítica, esse movimento vem no mesmo âmbito da luta pela igualdade, posto que não são movimentos antagônicos; ao contrário, são complementares na emancipação. A diferença se define nas relações sociais de poder, econômicas e institucionais. Portanto, no capitalismo, essas relações se formam em um mesmo contexto em que há processos de discriminação e desigualdade que não podem ser confundidos com o respeito ao diferente. Desigual não é sinônimo de plural (Loureiro & Layrargues, 2013, p. 7).

Esses autores deixam bem claro que existe uma assimetria nas tomadas de decisões e isso tem uma relação com as localidades geográficas em que os sujeitos estão inseridos. Além disso, os danos causados ao meio ambiente não atingem a sociedade da mesma forma, sendo mais impactantes às comunidades que estão em situação de vulnerabilidade socioeconômica e ambiental, o que corresponde à materialização do racismo ambiental na sociedade. Também é possível constatar que existe uma mobilização social, ainda embrionária, reivindicando a superação desses problemas históricos que promovem relações assimétricas na sociedade, sobretudo nas tomadas de decisões sobre temas socioambientais e políticos relacionados ao desenvolvimento científico-tecnológico.

Diante do exposto, vale ressaltar que há uma naturalização e negligência por parte dos órgãos públicos competentes, pela comunidade científica e, muitas vezes, pelas instituições de ensino, as quais agem de forma passiva e acrítica, contribuindo para a

perpetuação, potencialização e legitimação do racismo ambiental na sociedade (Angeli & Oliveira, 2016). Nesse contexto, a Educação Científica e Tecnológica pode ser uma alternativa viável para problematizar essas questões no espaço educacional, apontando a necessidade de uma participação social ampliada no fazer tecnociência para e com o povo (Archanjo, 2019). Além de buscar estabelecer estratégias político-pedagógicas para a promoção de um projeto societário contra-hegemônico no contexto da América Latina (Rosa, 2019).

Semelhantemente, o artigo 2, na Figura 3, busca também evidenciar alguns desdobramentos da tecnociência capitalista, sinalizando a forma como as instituições e suas políticas estão voltadas para beneficiar uma determinada parcela da sociedade em detrimento de outra, além de abordar outras questões, conforme apresenta o extrato a seguir:

Nas entrelinhas, o racismo ambiental em sua origem aqui exposta - pode ser pensado de forma sintetizada como a legalização institucional da exclusão programada dos territórios em que as minorias sociais vivem, bem como a aceitação da fragilização de participação cidadã nas políticas ambientais, fortalecendo a execução de resíduos tóxicos e extremamente perigosos para toda a comunidade local (Amaral & Freitas, 2024, p. 5).

Para Amaral e Freitas (2024), o racismo ambiental é fruto de um processo de injustiça social programada e legitimada pelos mecanismos políticos mediante uma organização social e geográfica de uma determinada localidade. Essa percepção dos autores evidencia que a tecnociência não é neutra, e que os seus processos e produtos são programados politicamente para atender uma determinada camada da sociedade à medida que exclui e impacta negativamente outra (perspectiva da tecnociência hegemônica). Nesse contexto, os autores ainda explicitam que:

[...] é preciso se atentar sobre quem se beneficia de políticas ambientais e industriais, visto que o racismo ambiental em sua essência é gerador de aplicação desigual de legislações, ocasionando a “exploração da saúde humana para a obtenção de benefícios econômicos, da legitimação da exposição humana a produtos químicos nocivos, agrotóxicos e substâncias perigosas, da imposição de exigências de provas às vítimas e não às empresas poluentes”; do “favorecimento do desenvolvimento de tecnologias perigosas, da exploração da vulnerabilidade de comunidades que são privadas de seus direitos econômicos e políticos (Amaral & Freitas, 2024, p. 7).

Mais uma vez, os autores destacam que a não participação dos sujeitos vulneráveis nas políticas ambientais e PCT é um ato político, assim como a destinação intencional dos resíduos tóxicos para as localidades periféricas e a naturalização implícita e/ou explícita da degradação ambiental e humana aos segmentos da população mais afetada — negros e indígenas, , que sofrem os impactos negativos do crescimento econômico e desenvolvimento da tecnociência hegemônica, são ações politicamente intencionadas.

Diante dessa proposição apresentada, fica evidente a necessidade de tratar essas questões em sala de aula, visando à contextualização das problemáticas reais dessas comunidades à Educação Científica e Tecnológica, estabelecendo conexões com esses aspectos sociais, políticos e socioambientais, para que assim possam formar sujeitos críticos, capazes de compreender essas demandas sociais locais e reivindicar pelas suas transformações sociais (Prudêncio & Santos, 2024).

Ainda nesse contexto, Costa (2011), em sua pesquisa, apresentada na Figura 3, no nº 11, chama a atenção para o desenvolvimento das tecnociências modernas orientadas por uma política capitalista e suas implicações nas comunidades tradicionais, como aborda o recorte a seguir:

[...]a questão não se refere simplesmente à presença ou à densidade dos humanos em áreas naturais, que a Biologia da Conservação tanto persegue e combate, mas aos instrumentos, tecnologias, técnicas, conhecimentos e experiências que acompanham o sistema de produção de uma determinada sociedade. As comunidades e povos tradicionais são normalmente mais fortemente ligados ao meio ambiente local e mais dependentes dos recursos locais para a sua subsistência. Em contraste, os sistemas modernos de produção das sociedades urbano- industriais capitalistas possuem tecnologias avançadas, desde venenos químicos (chamados de fertilizantes) até bombas atômicas, que são externos e estranhos ao meio ambiente no qual se inserem. E essas tecnologias têm potencial altamente destruidor, capazes de impor sobre o meio ambiente transformações irreversíveis e imprevisíveis pelo conhecimento tradicional, de maneira que há hoje a capacidade de destruir o meio ambiente em escala muito maior do que jamais se viu na história da humanidade (Costa, 2011, p. 18).

Para a autora, as tecnociências hegemônicas são extremamente danosas ao meio ambiente e têm causado problemas irreversíveis ao nosso ecossistema. Em contrapartida, a autora destaca que as comunidades (ribeirinhas, quilombolas, campesinas, periféricas, rurais, etc.) e os povos tradicionais mantêm uma relação e práticas harmônicas com o meio ambiente em que estão inseridos, respeitando os ecossistemas e todas as formas de vida que a eles pertencem, o que contrasta com a implementação da tecnociência capitalista nesse contexto. Diante disso, alguns aspectos inerentes à Educação Científica e Tecnológica, numa perspectiva crítica, precisam ser apontados, como a falta da participação da sociedade nos processos produtivos da tecnociência, questão essa que vem sendo reivindicada desde 1960 pelas concepções CTS, PLACTAS e Tecnologia Social. Para essas concepções de tecnociência crítica, essas problemáticas tratam de questões resultantes de um processo sócio-histórico da sociedade hegemônica europeia sobre o hemisfério sul, que sempre implementou uma tecnociência como autossuficiente, inquestionável e a única forma de conhecimento (Dagnino, 2020).

Assim sendo, essas perspectivas anunciam que existem outras formas de conhecimento, bem como outros autores sociais no fazer tecnociência, e isso precisa ser levado em consideração nas instituições educacionais, no sentido de ressignificar o modo de produção do conhecimento científico-tecnológico (Archanjo, 2024). Essa busca pela ressignificação da Educação Científica e Tecnológica na América Latina tem em vista evidenciar o racismo ambiental velado em nossa sociedade, bem como propor a inserção dessas problemáticas no currículo educacional. E, com isso, promover o debate público para que possam pensar em possíveis estratégias de superação, como a participação desses sujeitos vulnerabilizados socioeconomicamente e ambientalmente e nas tomadas de decisões, a fim de que suas necessidades e interesses sejam atendidos no fazer tecnociência (Rosa, 2019).

A Tecnociência Articulada às Políticas Públicas e PCT na Prática Mitigadora do Racismo Ambiental

Ao longo dos anos, concepções de tecnociência como o PLACTS, CTSA, Tecnologia Social, no campo da Educação Científica e Tecnológica, vêm sinalizando a necessidade de repensar o desenvolvimento científico-tecnológico na América Latina, por meio da ressignificação das agendas de pesquisa, a inserção de demandas locais e regionais nos processos produtivos, formativos e educativos (Archanjo, 2024). Essas concepções de tecnociência em uma perspectiva crítica também buscam a ampliação da participação social e inserção dos saberes populares das comunidades latino-americanas nos espaços educativos, potencializando a heterogeneização no fazer tecnociência.

Sobre essas ações em uma perspectiva crítica, emancipadora e democrática, podemos sinalizar que elas são fundamentais para a superação das problemáticas sociais e socioambientais, sobretudo o racismo ambiental na América Latina. Seguindo essa lógica de discussão, alguns autores latino-americanos têm tratado em suas pesquisas, representadas na Figura 3, nos artigos 5, 10 e 11, sobre a importância da relação estabelecida entre o homem e a natureza. Além de enfatizar também a relação assimétrica dos impactos negativos do meio ambiente na sociedade, bem como a necessidade de ações coletivas para superar tais problemáticas latino-americanas no contexto atual, conforme os extratos a seguir:

A luta pela vida, pela dignidade e território indicam que a vida não pode ser pensada fora da natureza, como na tradição científica hegemônica eurocêntrica. As lutas em defesa dos territórios e da diversidade cultural sugerem que delas emergem mundos completos, denominados de mundos relacionais (Escobar, 2014). A existência desses mundos não requer a separação da natureza e da cultura — de fato, eles existem apenas porque são produzidos através de práticas que não dependem de tal divisão (Melo & Barzano, 2021, p. 12).

A modernização ecológica compreende ainda que a crise ambiental seja democrática, isso é, a humanidade como um todo, indistintamente, estaria igualmente sujeita aos efeitos nocivos da degradação ambiental planetária, independentemente de qualquer tipo de recorte social. Todos os humanos seriam igualmente responsáveis e vítimas da crise ambiental contemporânea (Loureiro & Layrargues, 2013, p. 7).

[...] a Rede Brasileira de Justiça Ambiental (RBJA) surge com os objetivos de: 1) denunciar que a destruição do meio ambiente e dos espaços coletivos de vida e trabalho acontecem predominantemente em locais onde vivem populações negras, indígenas, tradicionais ou sem recursos econômicos e 2) fortalecer ações coletivas que possam se contrapor a esse processo. É apresentada como uma rede virtual, na realidade, como um fórum de discussões, de denúncias, de mobilizações estratégicas e de articulação política, principalmente com o propósito de ampliar e dar visibilidade às lutas encampadas por entidades e populações envolvidas (Costa, 2011, p. 9).

A relação homem e natureza tem sido cada dia mais evidenciada no contexto da Educação Científica e Tecnológica, uma vez que esse processo foi estabelecido historicamente por meio de vieses políticos sustentados pela sociedade hegemônica. Essa sociedade que também defende que os danos socioambientais são distribuídos igualmente nas camadas sociais, desconsiderando que as populações periféricas (as comunidades indígenas, quilombolas, ribeirinhas, camponesas etc.) são historicamente mais afetadas pelos impactos socioambientais. Nesse contexto, ações coletivas, como a RBJA, tornam-se fundamentais para discutir os problemas socioambientais que as comunidades periféricas vivenciam, os quais têm sido silenciados e negligenciados na sociedade e no currículo escolar, sobretudo no âmbito da Educação Científica e Tecnológica.

É válido destacar que as ações coletivas podem tornar-se políticas públicas e orientar as PCTs no contexto da América Latina. Um exemplo dessas ações coletivas é o Programa Um Milhão de Cisternas, que foi desenvolvido no semiárido do Nordeste brasileiro, com a finalidade de superar uma problemática local daquelas comunidades que ali residem. Esse movimento coletivo tornou-se uma política pública, bem como mostrou que é possível ressignificar a PCT, uma vez que as tomadas de decisões eram realizadas de forma coletiva, bem como as agendas estavam de acordo com os interesses e necessidades dessa população, ou seja, coerentes com as suas demandas sociais, que foram negligenciadas historicamente pelo poder público (Dagnino, 2010). Essa discussão, no âmbito da Educação Científica e Tecnológica, converge com as proposições defendidas pelas perspectivas PLACTS e Tecnologia Social, quando essas concepções de tecnociências críticas propõem a valorização dos saberes populares locais, a inserção de atores sociais oriundos dessas comunidades tanto no desenvolvimento quanto na implementação das tecnociências (Dagnino, 2020; Archanjo, 2024).

Contrapondo essas ações coletivas, ressaltamos a predominância de tomadas de decisões tecnocráticas, as quais geram sérios problemas sociais e contribuem para a materialização do racismo ambiental. Nesse mesmo sentido, alguns autores, em suas pesquisas, apresentadas na Figura 3, como os artigos 2 e 11, explicitam que o empreendimento da tecnociência, orientado por aspecto político, tem uma relação direta com o espaço de poder na sociedade, bem como com a degradação ambiental e humana, implicando o racismo ambiental. Porém, os movimentos sociais organizados dos povos marginalizados, especialmente os povos vítimas desse racismo ambiental, vêm denunciando o sistema opressor e reivindicando a dignidade humana e a equidade na sociedade, conforme os extratos a seguir:

[...] historicamente o racismo ambiental incide e tem sua gênese quando os impactos ambientais dos empreendimentos de suposto desenvolvimento passam a afetar comunidades resultando em efeitos negativos sociais e ambientais, impedindo que as comunidades afetadas tenham acesso às informações ou que sejam representadas nos espaços de poder, excluindo-as do processo de decisão sobre a compensação desses impactos (Amaral & Freitas, 2024, p. 5).

Se observarmos os objetivos de luta social por justiça ambiental e das lutas contemporâneas contra o racismo ambiental, conseguiremos analisar diversos entrelaçamentos, sobretudo à ideia de um tratamento justo e não discriminatório quanto à partilha dos recursos e riscos naturais, quanto ao direito de se viver em ambientes urbanos e rurais saudáveis e de participar de decisões sobre a utilização dos espaços naturais (Amaral & Freitas, 2024, p. 5).

Movimentos sociais diversos e povos originários e tradicionais do mundo inteiro começaram a se organizar e denunciar a Colonialidade do Poder em suas diferentes expressões, do racismo à expropriação de terras, as desigualdades na distribuição dos riscos e danos ambientais gerados pelo modelo de desenvolvimento capitalista e eurocentrado, os quais produzem impactos diversos sobre etnias vulnerabilizadas, até mesmo a extinção de culturas (Costa, 2011, p. 7).

Para os autores, o desenvolvimento e a organização da sociedade buscam beneficiar uma camada social e excluir outra, por meio de interesses políticos, em que a população mais vulnerável é excluída dos benefícios sociais e ambientais. Essa problemática tem sido discutida de forma ainda embrionária na Educação Científica e Tecnológica, principalmente na perspectiva da CTS, PLACTS e Tecnologia Social. Mesmo de modo insuficiente para mudar o panorama da sociedade atual, essas concepções têm buscado ampliar o debate sobre a participação social ampliada dos diversos setores da sociedade, bem como a inserção de distintos atores sociais na seleção de demandas sociais para a constituição das agendas de pesquisa (Archanjo, 2024; Roso, 2017).

Nesse contexto, é válido ressaltar a participação dos povos originários, tradicionais, comunidades negras, movimentos populares em geral, para reivindicar a organização social estabelecida, bem como nas formulações de Políticas Públicas PCTs, a fim de propiciar uma formação de sujeitos críticos, que possam transformar as condições sociais a que são submetidos. Na tentativa de ampliar o debate dos oprimidos e construir uma sociedade menos feia, como ressaltou Paulo Freire (Freire, 1987), é preciso que a Educação Científica e Tecnológica promova um alinhamento com os preceitos estabelecidos pelas Leis federais nº 10.639/2003 e nº 11.645/2008, para que os povos indígenas e negros compreendam a sociedade em uma perspectiva contra-hegemônica e desenvolvam o pensamento crítico sobre os aspectos sociais, históricos, políticos, socioambientais que permeiam suas realidades, na tentativa de promover ações coletivas organizadas, participar da constituição de políticas públicas e PCT, para transformar a condição de opressão a que são submetidos historicamente, sobretudo o racismo ambiental.

Diante do exposto, constatamos que a Educação Científica e Tecnológica tem abordado algumas proposições contra-hegemônicas no cenário latino-americano, visando superar a tecnociência hegemônica e suas imbricações sociais, bem como as relações de poder assimétricas, as desigualdades sociais, o racismo ambiental para com as populações periféricas, e outras problemáticas que estão estabelecidas historicamente nesse contexto. Dentre essas ações, podemos destacar as organizações sociais dos povos originários, tradicionais e comunidade negra na América Latina, bem como outros movimentos populares que vêm desenvolvendo algumas atividades na perspectiva da CTS, PLACTS e Tecnologia Social, como o Programa Um Milhão de Cisternas. Embora essas questões tenham sido evidenciadas nos fóruns de debates, na constituição de políticas públicas e PCT, no contexto educacional e fora dele, ficou evidente que ainda são insuficientes para uma transformação ideal em nossa sociedade, sobretudo para a superação do racismo ambiental que vem cada vez mais sendo ampliado devido à crise climática resultante das ações antrópicas.

Considerações Finais

Diante das discussões sobre a relação da tecnociência e o racismo ambiental, no âmbito da Educação Científica e Tecnológica, no contexto latino-americano, foi possível constatar que as produções que abordam essas temáticas ainda são embrionárias e insuficientes para ressignificar os processos produtivos, formativos e educativos da tecnociência nos espaços educacionais, havendo, assim, uma perspectiva predominantemente hegemônica no cenário atual. Além disso, constatamos também que a concepção de tecnociência hegemônica impacta diretamente as populações periféricas, principalmente as comunidades negras e indígenas, que, por sua vez, implica a materialização do racismo ambiental. Esse processo ocorre por meio do silenciamento histórico dos seus saberes populares, exclusão na participação de tomadas de decisões nas políticas públicas e PCT, a inserção dos produtos e processos da tecnociência como os resíduos tóxicos, venenos em suas comunidades, na retroalimentação desses valores capitalistas nas instituições de ensino, promovendo a formação acrítica dos sujeitos.

Desta forma, evidenciamos que a Educação Científica e Tecnológica vem problematizando a concepção de ciência neutra e hegemônica, a qual é desenvolvida para atender os interesses da burguesia em detrimento das comunidades populares, onde o racismo ambiental se materializa, devido à injustiça social que vem ocorrendo ao longo dos processos históricos. Assim sendo, constatamos a necessidade de uma abordagem mais crítica e problematizadora no âmbito da Educação Científica e Tecnológica, de modo que insira em suas agendas educacionais os preceitos propostos pelas Leis Federais nº 10.639/2003 e nº 11.645/2008 nos espaços educacionais. Assim, poderemos contribuir para que os sujeitos majoritariamente oprimidos (população negra e indígenas) se apropriem dos conhecimentos concernentes à sua cultura, ao processo histórico a que foram submetidos, implicando a formação crítica emancipadora, possibilitando a sua emancipação e participação ativa dos debates sobre as questões socioambientais e tecnociências que perpassam o seu contexto social.

Quanto às perspectivas democráticas da tecnociência, como CTSA, PLACTS, Tecnologia Social, foi possível evidenciar que elas buscam propor caminhos alternativos que possam superar as injustiças sociais responsáveis pelo racismo ambiental e promover uma concepção de tecnociência produzida pelo/para o povo. Compreendemos que essas concepções de tecnociência são imbuídas de valores democráticos como a dialogicidade, criticidade, participação social nas tomadas de decisões, valorização das suas pluralidades de saberes, sobretudo aquelas comunidades quilombolas/indígenas/periféricas. Assim, propomos que essas discussões, a partir dos referenciais que foram embasados, discutam a possibilidade de promover uma interface entre os elementos da Educação Científica e Tecnológica com vista à superação do racismo ambiental.

Para isso, será necessário ressignificar o currículo educacional, especialmente o de Educação Científica e Tecnológica no cenário latino-americano, de modo que leve em consideração, em seu processo formativo e educativo, as demandas sociais locais e regionais. Por fim, fica evidente que os estudos sobre essa relação da tecnociência com o racismo ambiental ainda são incipientes no contexto da América Latina, havendo assim a necessidade de aprofundar esta pesquisa, devido às constatações explicitadas e à sua relevância para o campo da Educação Científica Tecnológica, uma vez que evidenciamos que a tecnociência hegemônica contribui potencialmente para o racismo ambiental, que se materializa nas comunidades menos favorecidas economicamente, como as comunidades quilombolas, indígenas, ribeirinhas, camponesas/rurais, periféricas.

Referências

- Alimonda, H. (ed.) (2011). *La naturaleza colonizada: ecología política y minería en América Latina*. Ciccus & Clacso.
- Amaral, M. J., & Freitas, J. V. (2024). Nós vos explicamos o que é racismo ambiental. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 41(2), 133–144. <https://doi.org/10.14295/remea.v41i2.15424>

- Angeli, T., & Oliveira, R. R. (2016). A utilização do conceito de Racismo Ambiental, a partir da perspectiva do lixo urbano, para apropriação crítica no processo educativo ambiental. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, 33(2), 51–70. <https://doi.org/10.14295/remea.v33i2.5374>
- Archanjo, M. G. J. (2024). *Tecnociência crítico-transformadora: possibilidades para ressignificar processos formativos, educativos e produtivos para a Educação em Ciências*. [Tese Doutorado]. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia.
- Archanjo, M. G. J. (2019). *Tecnologia Social no contexto de uma comunidade escolar: limites e possibilidades para a Educação em Ciências* [Dissertação de Mestrado]. Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, Bahia.
- Auler, D. (2021). *Comunicação ou coprodução e coaprendizagem: diálogo com a obra extensão ou comunicação*. Appris, 2021.
- Costa, L. M. (2011). Territorialidade e racismo ambiental: elementos para se pensar a educação ambiental crítica em unidades de conservação. *Revista Pesquisa em Educação Ambiental*, 6(1), 101–122.
- Dagnino, R. (2020). *Tecnociência solidária: um manual estratégico*. Lutas Anticapital.
- Dagnino, R. P. (2010). *Um dilema latino-americano: ciência e tecnologia para a sociedade ou adequação sócio-técnica com o povo*. Eduepb.
- Freire, P. (1987). *Pedagogia do oprimido* (17ª ed.). Paz e Terra.
- Herculano, S. (2008). O Clamor por Justiça Ambiental e contra o Racismo Ambiental. Interfacehs. *Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente*, 3(1), 1–20.
- Lampis, A., Torres, P. H. C., Jacobi, P. R., & Leonel, A. L. (2020). A produção de riscos e desastres na América Latina em um contexto de emergência climática. *O Social em Questão*, 23(48), 75–96. <https://osocialemquestao.ser.puc-rio.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=761&sid=63>
- Lombrana, L. M. (31 de julho, 2022). Desastres climáticos na América Latina ameaçam segurança alimentar global. *Bloomberg Green*. <https://www.bloomberglinea.com.br/2022/07/31/desastres-climaticos-na-america-latina-ameacam-seguranca-alimentar-global/>
- Ludwig, L. (2015). Urbanização e desastres naturais, abrangência américa do sul. *Oculum Ensaíos*, 14(1), 169–171. <https://www.redalyc.org/journal/3517/351751137010/html/>
- Moraes, R., & Galiuzzi, M. C. (2011). *Análise textual discursiva* (2ª ed.). UNIJUÍ.
- Prudêncio, C. A. V., & Santos, M. (2024). Racismo ambiental: uma proposta de sequência de atividades a partir de uma perspectiva CTS. *ODEERE: Revista Internacional de Relações Étnicas*, 9(1), 22–33. <https://doi.org/10.22481/odeere.v9i1.14666>

Ribeiro, B. C., Caporlingua, V. H., & Parga-Lozano, D. L. (2024). A educação ambiental crítica decolonial para o enfrentamento do racismo ambiental na América Latina. *Latinoamericana y Caribeña*, 14(2), 326–361. <https://doi.org/10.32991/2237-2717.2024v14i2.p326-361>

Rosa, S. E. (2019). *Educação CTS: contribuições para a constituição de culturas de participação* (Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal). Repositório Institucional da UnB. <https://repositorio.unb.br/handle/10482/39240>

Roso, C. C. (2017). *Transformações na Educação CTS: uma proposta a partir do conceito de Tecnologia Social* (Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina). Repositório Institucional da UFSC. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187060>

Roso, C. C., Auler, D., & Delizoicov, D. (2020). Democratização em Processos Decisórios sobre CT: O Papel do Técnico. *Revista Alexandria*, 13(1), 225–249. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2020v13n1p225>



Miguel Guilhermino de Archanjo Junior

Universidade Estadual de Santa Cruz
Ilhéus, Bahia, Brasil
miguel85archanjo@gmail.com



Fabiana dos Santos Vieira

Secretaria de Educação do Estado da Bahia
Ilhéus, Bahia, Brasil
fbvieira@hotmail.com

Editora Responsável: Aline Andréia Nicoli 

Revisado por: Fábio Pereira da Silva

Periódico financiado pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências — ABRAPEC



Manifestação de Atenção às Boas Práticas Científicas e Isenção de Interesse e de Responsabilidade

Os autores declaram ser responsáveis pelo zelo aos procedimentos éticos previstos em lei, não haver qualquer interesse concorrente ou pessoais que possam influenciar o trabalho relatado no texto e assumem a responsabilidade pelo conteúdo e originalidade integral ou parcial.

Copyright (c) 2025 Miguel Guilhermino de Archanjo Junior, Fabiana dos Santos Vieira



Este texto é licenciado pela **Creative Commons CC BY 4.0 License**

Você tem o direito de Compartilhar (copiar e redistribuir o material em qualquer suporte ou formato para qualquer fim, mesmo que comercial) e Adaptar (remixar, transformar, e criar a partir do material para qualquer fim, mesmo que comercial). De acordo com os termos seguintes:

Atribuição: Você deve dar o crédito apropriado, prover um link para a licença e indicar se mudanças foram feitas. Você deve fazê-lo em qualquer circunstância razoável, mas de nenhuma maneira que sugira que o licenciante apoia você ou o seu uso.

Sem restrições adicionais: Você não pode aplicar termos jurídicos ou medidas de caráter tecnológico que restrinjam legalmente outros de fazerem algo que a licença permita.
